

Aus der Abteilung für klinische und experimentelle
Audiologie (Vorst.: Prof. Dr. med. W. Niemeyer),
Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohren-
krankheiten der Universität Marburg
(gesch. führ. Direktor: Prof. Dr. med. O. Kleinsasser)

ZUR WIRKUNG KURZZEITIGER LÄRMEXPOSITION AUF DAS GEHÖR

Eine Untersuchung an 415 Gießereiarbeitern über die
zeitweilige Hörschwellenabweichung nach
achtstündiger Arbeitslärmexposition

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von —

BÄRENHART PETER GRÜNEISEN
aus Olmütz / ehemals Mähren

Marburg 1976
—

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus der Abteilung für klinische und experimentelle
Audiologie (Vorst.: Prof. Dr. med. W. Niemeyer),
Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohren-
krankheiten der Universität Marburg
(gesch. führ. Direktor: Prof. Dr. med. O. Kleinsasser)

ZUR WIRKUNG KURZZEITIGER LÄRMEXPOSITION AUF DAS GEHÖR

Eine Untersuchung an 415 Gießereiarbeitern über die
zeitweilige Hörschwellenabweichung nach
achtstündiger Arbeitslärmexposition

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

BÄRENHART PETER GRÜNEISEN
aus Olmütz / ehemals Mähren

Marburg 1976

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg

am 1. 10. 1976

gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches

Dekan: Prof. Dr. med. F. Neurath

Referent: Prof. Dr. med. W. Niemeyer

Correferent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H.-J. Hering



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Vorbemerkungen	
II. Folgen der Lärmeinwirkung	3
1. Aurale Wirkung des Lärmes	3
2. Extraaurale Wirkung des Lärmes	7
3. Psychische Wirkung des Lärmes	7
III. <u>Fragestellung dieser Arbeit</u>	9
IV. <u>Durchführung der Untersuchung</u>	9
1. Stichprobe	9
2. Untersuchungsablauf	10
2.1 Befragung	10
2.2 Gehörgangs- und Trommelfellbefund	10
2.3 Erste audiometrische Untersuchung	11
2.4 Lärmmessung am Arbeitsplatz	11
2.5 Zweite audiometrische Untersuchung	12
V. Ergebnisse	13
1. Statistische Datenerhebung	13
1.1 Ausmusterung vegetativer Reaktionstypen	13
1.2 Population des untersuchten Probanden-	
gutes	16
2. Erste Fragestellung	18
2.1 Statistische Datenerhebung	18
2.2 Beschreibung der Ergebnisse	20
3. Zweite Fragestellung	45
3.1 Statistische Datenerhebung	45
3.2 Beschreibung der Ergebnisse	45
4. Dritte Fragestellung	47
4.1 Statistische Datenerhebung	47
4.2 Beschreibung der Ergebnisse	47
5. Vierte Fragestellung	48
6. Fünfte Fragestellung	49
VI. Diskussion	49
1. Vegetative Reaktionslage und tages-	
zeitliche Schwellenwertschwankung	49

2. Bemerkungen zur statistischen Signifikanz	51
3. Erörterung der Ergebnisse aus den Fragestellungen	52
4. Fehlerquellen	55
VII. Zusammenfassung	58
VIII. Literaturhinweis	

Anhang: Statistische Untersuchungsbögen

I. Vorbemerkungen

Technik und Industrialisierung haben in den letzten Jahrzehnten einen Entwicklungsstand erreicht, der in zunehmendem Maße die durch ihn erlangten Vorteile in Frage stellt.

Der z.Zt. in der Öffentlichkeit am häufigsten diskutierte Problempunkt ist der der Umweltschädigung, worunter nicht nur die Schäden, die der Mensch seinem Biotop zufügt, verstanden werden, sondern auch die Rückwirkungen der vom Menschen veränderten Umwelt auf ihn. Aus dem breiten Spektrum an Störfaktoren fand die Lärmbelästigung und Lärmschädigung besondere Beachtung, da sie unmittelbar empfunden wird und zum Massenphänomen geworden ist.

Als Lärm werden Geräusche definiert, die das psychische, physische und soziale Wohlbefinden des Menschen beeinträchtigen und die sein Gehör schädigen können.

Zu den wichtigsten Lärmquellen zählt der Arbeitslärm in Industrie- und Gewerbebetrieben. Nach Neubert (26) liegt der Bereich "Eisen und Metalle" mit Abstand an der Spitze. Die Geräusche treten hier kontinuierlich, intermittierend und impulsartig auf, wobei schwankende Lärmpegelverläufe dominieren. Das Frequenzspektrum variiert stark.

Lärm kann sich in aller Regel nicht ungehindert ausbreiten und damit als Exponentialfunktion der Entfernung abschwächen. Im Industriebetrieb trifft er auf Hindernisse und induzierte Reflexionen, Körperschall und sekundären Luftschall, die sich dem Primärschall überlagern. Seine schädigende Wirkung bleibt nicht zuletzt deswegen selten auf den Ort des lärmproduzierenden Arbeitsprozesses begrenzt, sondern bezieht die Umgebung in den Stör- bzw. Gefährdungsbereich ein. Die Geräuschpegel reichen in der Regel von 75 dB A bis hinauf zu 120 dB A. Die Lärmschwerhörigkeit gehört heute zur Spitzengruppe der entschädigungspflichtigen Berufskrankheiten.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich vornehmlich mit dem Hörschwellenverhalten des menschlichen Gehörs nach Ein-

wirkung von Betriebslärm während einer Arbeitsschicht. Statistisch ausgewertete Untersuchungen der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung nach Arbeitslärmmexposition von 415 Gießereiarbeitern sollen dazu beitragen, bisher unterschiedliche Auffassungen zu diesem Problemkreis zu bestärken oder zu widerlegen. Zugleich soll unter realistischen Prüfbedingungen die Validität der Hörschwellenverschiebung während einer Arbeitsschicht als Prognosticum für eine bleibende Hörminderung untersucht werden.

II. Folgen der Lärmeinwirkung

II.1. Aurale Wirkung des Lärmes.

Die wichtigste aurale Lärmwirkung ist die Lärmschwerhörigkeit bei häufiger oder langzeitiger Lärmerposition. Geräuschpegel über 90 Phon - heute dB A - können zu Innenohrschädigung führen (Lehmann, 18). Andere Autoren vermuten die "Kritische Intensität" schon bei Schallpegeln ab 75 dB A (Pell, 27) oder 85 bis 89 dB A (Kylin, 17). Auch die Untersuchungen von Wagemann (37), v. Dishoeck (6), Neuberger (25), Dickson (3), Rosenblith (30), Siirala (34), Botsford (1) und v. Lüpke (22) konnten keine Übereinstimmung in diesem Punkt erzielen. Dies kann schon deshalb nicht wundernehmen, weil bisher nicht festgelegt ist, wann ein Innenohr als "geschädigt" zu gelten hat. Es scheint daher ratsam, sich nicht auf einen Richtwert zu fixieren, zumal auch das Frequenzspektrum eine bedeutsame Rolle spielt (Dieroff, 4). Nach Lehnhardt (20) schädigen Geräusche mit überwiegend mittlerem Frequenzanteil stärker als nieder- oder hochfrequenter Lärm. Wagemann (37), Rüedi (31) und v. Dishoeck (6) grenzen den Gefahrenbereich auf oberhalb 2000 Hz ein. Bei Lehnhardt (19) liegt die kritische Intensität im Frequenzbereich 350 - 1600 Hz bei 85 dB und oberhalb 1600 Hz bei 75 dB. Der Begriff der "relativen Schädlichkeit" des Geräuschspektrums wurde Grundlage verschiedener Intensitäten - Grenzkurven (Slawin, ISO - NRC 85, A - Frequenz - Bewertungskurve, Wolff (39), Mehmke (23)).

Als dritter Faktor für aurale Lärmeinwirkung muß die Expositionsdauer berücksichtigt werden. Feiser (7), Wawrykowics (38) und Szozotka (38) sowie Prvanov (29) erachten sie als entscheidend für das Ausmaß des Hörverlustes. Goldner (9) findet in seinen Untersuchungen dafür keine Bestätigung. Nach Dieroff (7) verhalten sich Expositionsdauer und Lärmintensität indirekt proportional.

Der vierte Faktor ist die individuelle Lärmfestigkeit der Innenohren, die genetisch fixiert ist oder durch Vorerkrankungen beeinflusst sein kann.

Die Lärmschwerhörigkeit manifestiert sich nach kürzester Lärmbelastung zuerst als Temporary Threshold Shift (TTS), deutsch zeitweilige Hörschwellenverschiebung (ZHV) und ist bei ausreichender Lärmpause reversibel. Im folgenden wird die auch im deutschen Fachschrifttum gebräuchliche englische Abkürzung TTS für Temporary Threshold Shift und NIPTS (Noise Induced Permanent Threshold Shift) für irreversible, also bereits auf Dauer eingetretene, lärmbedingte Hörschwellenverschiebung verwendet. Bei chronischer Lärmexposition kommt es dann über zunehmende Hörermüdung mit TTS-Rückständen zur irreversiblen Innenerschädigung, Dieroff (4), Lehnhardt (20) + (21), Wagemann (37), Fletscher und Loeb (8), Feiser (7). Ursache hierfür ist eine Stoffwechsellerschöpfung der übermäßig beanspruchten Haarzellen (Vosteen, 36).

Erste Hörverluste lassen sich audiometrisch im Absinken der Hörschwelle bei 4000 Hz als sogenannte C-5-Senke feststellen (Lehnhardt, (21), Rüedi et Furrer, 32). Im Laufe der Zeit kann sich diese zuerst schmale Senke beiderseits auf eineinhalb bis drei Oktaven (Neuberger, 25) verbreitern. Nach Dieroff (5) sind Abweichungen der typischen Senkenlokalisation möglich. Lehnhardt (19) fand lärmbedingte Hörverluste in der metallverarbeitenden Industrie häufiger bei 6000 Hz. Was den Zeitgang der Schädigung betrifft, so stellten Keatinge et Laner (15) die größten Hörverluste in den ersten drei Jahren der Lärmexposition fest; danach soll sich die Hörverschlechterung verlangsamen und schließlich zum Stillstand kommen, was von anderen Autoren Glorig (41), Niemeyer (42), Irion et Legler (43) indessen nachdrücklich bestritten wird.

Die TTS nach einer Arbeitsschicht wird von zahlreichen Autoren als Möglichkeit der quantitativen Vorhersage des dauernden Lärmhörverlustes angesehen. In der auch vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung übernommenen VDI - Richtlinie 2058, Blatt 2, "Beurteilung von Arbeitslärm am

Arbeitsplatz hinsichtlich Gehörschäden" heißt es im Anhang B:

"Geräuschbeurteilung durch Expositionstest.

Der Expositionstest gibt einen zusätzlichen Anhaltspunkt dafür, ob Überwachungsuntersuchungen und Gehörschutzmaßnahmen erforderlich sind. Er besteht in der Ermittlung der vorübergehenden Hörschwellenverschiebung (TTS) zwischen Beginn und Ende der Arbeitsschicht an einer repräsentativen Gruppe normalhörender Personen, die einer bestimmten Lärmeinwirkung ausgesetzt sind. Die arithmetisch gemittelte TTS eines derartigen Personenkreises ist ein Maß für die tatsächliche Wirkung der Geräusche und gestattet eine Aussage darüber, inwieweit die Gefahr einer Gehörschädigung für alle Personen besteht, die der zu beurteilenden Lärmeinwirkung ausgesetzt sind. Das Verfahren dient nicht zur Bestimmung der tatsächlich eingetretenen Wirkung im Einzelfall, die nach Abschnitt 6 erfaßt wird. Die Beurteilung stützt sich auf die statistische Erfahrung, nach der die Höhe der vorübergehenden Hörschwellenverschlechterung (TTS) nach einer Schicht ein ungefähres Maß für die im Mittel zu erwartende korrigierte Hörminderung (PTS) nach zehn Jahren ist."

Auf die Problematik der Übertragung statistischer Ergebnisse auf einen Einzelfall und auf die Problematik der sogenannten korrigierten Hörminderung soll hier nicht eingegangen werden. Uns ging es bei unserer Untersuchung u.a. darum, ob dieser "Expositionstest" auch bei einem bereits mehr oder weniger lärmgeschädigten Personenkreis durchführbar ist.

Noch heute wird vielfach ein grobes Einteilungsmodell von vier Lärmstufen verwendet (Dieroff (4), Wagemann (37), Lehmann (18)).

Lärmstufe I 30 bis 65 Din-phon; nur psychische Reaktionen, keine physiologischen Reaktionen,

Lärmstufe II 65 bis 90 Din-phon; neben psychischen auch

physische Reaktionen im Bereich des vegetativen Nervensystems.

Lärmstufe III 90 bis 120 Din-phon; verstärkte psychische und vegetative Reaktionen und Gehörschäden.

Lärmstufe IV über 120 Din-phon; neben physischen, psychischen und auralen Wirkungen Möglichkeit unmittelbarer Einwirkung auf Ganglienzellen durch die Haut.

Hierzu ist zu bemerken, daß Lärm heute nicht mehr in Phon, d.h. verglichen mit der Lautstärkeempfindung eines 1-KHz-Tones gemessen wird, sondern in A-bewerteten dB.

II.2. Extraaurale Wirkungen des Lärmes

Schallreize gelangen über Kollateralbahnen auch zu den unspezifischen Aktivierungszentren der *Formatio reticularis*. Die kognitive Verarbeitung von Schallreizen im Großhirn leistet ebenfalls einen Beitrag zur Aktivierung der *Formatio reticularis*. Weiterhin spielen eine Rolle emotional-kompetente Strukturen des limbischen Cortex sowie gespeicherte Informationsinhalte von akustischen Signalen und deren Gewöhnung. Die Folge ist eine mehr oder weniger starke Aktivierung des Sympathicotonus, des Tonus motorischer Qualitäten, des Endocriniums und natürlich des Bewußtseins.

Physiologisch nachweisbare Schallreizreaktionen des Vegetativums (veränderte Herz- und Drüsentätigkeit, Fingerpulsamplitude usw.) sind nicht eigenständig pathogen, sondern lediglich nicht lärmspezifische Reizantwortindikatoren, die Aufschluß über Reizschwellen und Reaktionstypen geben. Erst bei überkritischen Schallreizintensitäten können sich extraaurale Funktionsstörungen bemerkbar machen, einschließlich morphologischer Veränderungen in Strukturanteilen des Gehirns. Diese pathogenen Schallreizintensitäten stehen im Zusammenhang mit den Richtwerten für Lärmschwerhörigkeit (Klosterkötter et Gono, 16).

II.3. Psychische Wirkungen des Lärmes

Psychische Phänomene der Lärmeinwirkung wie Lärmstreß und Lärmkonflikte sind seit langem bekannt, doch wird ihnen erst in neuerer Zeit vermehrt Aufmerksamkeit entgegengebracht. Man beobachtet Lästigkeitsempfindungen, Ärger, Zorn, Aggressivität, unerträgliche Spannung und Schreck. Beim Lärmkonflikt kann sich die psychische Spannung manchmal soweit verselbstständigen und verfestigen, daß es aktueller Schallreize kaum noch bedarf. Emotional getönte psychische Reaktionen und Affekte gehen in der Regel mit vegetativen Reaktionen verschiedener Stärke und Ausprägung einher (Kloster-

kötter et Gono, 16).

Nicht vergessen werden darf an dieser Stelle ein Phänomen, welches als "Lärmbedürfnis" definiert werden könnte. Bei psychisch positiver Motivation gegenüber starken, ja sogar erfahrungsgemäß gehörschädigenden Geräuschen werden nicht zwangsläufig für das Sprachverständnis relevante Gehörschäden induziert, wie Untersuchungen bei Heranwachsenden mit Kleinkrafträdern, Angehörigen von Beatbands und Dauerbesuchern von sogenannten "Beatschuppen" gezeigt haben. Demzufolge darf man annehmen, daß primär eine individuelle, subjektiv gebahnte Grundstimmung entscheidenden Einfluß auf die Wertigkeit psychischer, vegetativer oder auraler Lärmreaktionen nimmt.

III. Fragestellung dieser Arbeit

Die vorliegende Arbeit versucht zu klären, ob und in welcher Weise Schalldruck und Frequenzspektrum des Arbeitslärms das Ausmaß der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung beeinflussen, und ob bestimmte Altersgruppen hierbei prävalieren. Die Untersuchung erstreckt sich auf fünf Fragekomplexe.

1. Korrelation von vorübergehender Hörschwellenabweichung (TTS) und Arbeitslärm bei Berufsgruppen der Eisenverarbeitenden Industrie.
2. Korrelation von TTS und Arbeitslärm unter besonderer Berücksichtigung des Lebensalters.
3. Korrelation von TTS und Arbeitslärm unterschiedlicher Altersgruppen entsprechender Lärmexposition.
4. Korrelation von TTS und Arbeitslärm entsprechender Altersgruppen unterschiedlicher Lärmexposition.
5. Validität der TTS für Eignungsuntersuchungen von Lärmarbeitern unter wirklichkeitsnahen Untersuchungsbedingungen.

IV. Durchführung der Untersuchung.

1. Stichprobe

Von Anfang Juli bis Ende Oktober 1969 wurden an insgesamt 415 männlichen Arbeitern aus 7 Eisengießereibetrieben audiologische Untersuchungen vorgenommen. Unter den Probanden befanden sich 306 deutsche und 109 ausländische Arbeitnehmer unterschiedlicher Nationalität, Spanier, Italiener, Griechen, Jugoslawen und Türken. Die Altersverteilung der untersuchten Population ist aus Tabelle 1, Seite 17, ersichtlich.

2. Untersuchungsablauf

Die für die Untersuchung benutzten Räumlichkeiten befanden sich auf dem Gelände der jeweiligen Gießerei und wurden nach Kriterien minimaler und konstanter Störgeräuschpegel ausgesucht. Der durchschnittliche Geräuschpegel betrug 43 dB A und 61 dB lin.

Untersucht wurde vor Arbeitsbeginn und im Anschluß an eine Arbeitslärnexposition von 8 Stunden. Um regressive Ermüdungserscheinungen des Gehörs vor Beginn der Untersuchung auszuschließen, wurden für die Untersuchungen vor Arbeitsbeginn nur Probanden berücksichtigt, deren letzte Lärnexposition mindestens zwölf Stunden zurück lag.

Jeder Proband durchlief fünf Untersuchungsabschnitte. Die jeweiligen Befunde wurden in statistischen Untersuchungsbögen notiert. Muster siehe im Anhang dokumentiert.

2.1. Befragung

Die Befragung erfolgte anhand eines im Fragebogen festgelegten Schemas und bezog sich auf:

- a) Personalien und Beschäftigung seit der Schulentlassung.
- b) Tätigkeit im Betrieb.
- c) Medizinische Anamnese (Familien- und Eigenanamnese).

Bei der Befragung ausländischer Arbeitnehmer war ein Dolmetscher behilflich, dennoch erwiesen sich Befragung und anschließende Untersuchung häufig als schwierig und langwierig. Auf die Gründe wird in der Diskussion eingegangen.

2.2. Gehörgangs- und Trommelfellbefund

Eine beidseitige Otoskopie verschaffte einen Überblick über den Zustand von Gehörgang und Trommelfell. Der Befund wurde im Untersuchungsbogen schriftlich festgehalten. Er entschied darüber, ob die audiometrische Untersuchung über Luft- oder Knochenleitung vorgenommen wurde (bei Gehörgangs- oder Trommelfellbefund, der die Möglichkeit einer Schalleitungsstörung nahelegte, über Knochenleitung).

2.3. Erste audiometrische Untersuchung.

Es wurde besonderer Wert darauf gelegt, daß der Störpegel im Untersuchungsraum weitgehend konstant war, um für die Untersuchungsabschnitte 2.3. und 2.5. gleiche Voraussetzungen zu gewährleisten.

Zur Aufnahme der Hörschwellenkurven fanden Atlas-Audiometer vom Typ EM 42 Verwendung. Mit diesem Gerät lassen sich Töne in den Frequenzen 64, 128, 512, 1024, 2048, 4096, 5792, 8192 und 11584 Hz in 5 dB-Intensitätsstufen darbieten. Die Untersuchung beschränkte sich jedoch auf die Bestimmung der Hörschwelle in den Frequenzen 512, 1024, 2048, 2896, 4096, 5792 und 8192 Hz.

Jeder Proband wurde eingehend über den Untersuchungsgang unterrichtet. Zum besseren Verständnis wurde ihm probe-weise ein Ton mittlerer Frequenz angeboten, mit dem Hinweis, durch Fingerzeig anzudeuten, wenn der Ton gerade eben gehört würde.

Die Messung der Hörschwelle erfolgte - für jedes Ohr getrennt - zunächst mit dem 1000 Hz-Ton, dann, nach einer kurzen Pause in der Reihenfolge 0,5, 2, 3, 4, 6, und 8 KHz. Die Lautstärke wurde dabei kontinuierlich erhöht, bis der Proband zu erkennen gab, daß er den Ton gerade eben hörte. Darauf wurde die Lautstärke verringert, bis der Ton nicht mehr zu hören war. Dieser Vorgang wiederholte sich, bis durch Eingrenzung von oben und unten identische Hörschwellenwerte der jeweiligen Frequenz bestimmt waren. Die gemessenen Schwellenwerte wurden in ein Audiogrammformular, s. Anhang, eingetragen, in dem die normale Schwellenwertkurve als Nulllinie gekennzeichnet ist. Die unterhalb dieser Linie liegenden Schwellenwerte entsprechen dem Hörverlust des Probanden.

2.4. Lärmmessung am Arbeitsplatz

Für die Lärmmessung im Betrieb wurde ein Präzisions-Schallpegelmesser von Brüel und Kjaer, Typ 2203 mit Oktavfilter Typ 1612, verwendet. Die Messung erfolgte während der Schicht

am Arbeitsplatz jedes vor Arbeitsbeginn untersuchten Probanden. Der Zeitpunkt der Lärmmessung wurde jeweils unter Berücksichtigung einer normal laufenden Produktion gewählt. Bei der Messung befand sich das Gerät in Ohrhöhe des lärm-belasteten Arbeiters. Einzelne Lärmmessungen konnten aus betriebstechnischen oder Sicherheitsgründen nicht direkt am Bedienungsplateau durchgeführt werden. In diesen Fällen entsprach der Standort der Messung hinsichtlich der Lärmempfindung nach subjektivem Höreindruck weitgehend dem des lärmexponierten Arbeiters.

Der Lärmmessung am Arbeitsplateau ging eine subjektive Beurteilung des Lärmcharakters durch den Untersucher voraus.

Kriterien waren dabei:

Kontinuierlicher Dauerlärm

Schwankender Dauerlärm

Impulshaltiger Dauerlärm.

Ferner mußte die Hauptlärmquelle bestimmt werden.

Die Lärmanalyse umfaßte die Messung des gesamten Schalldruckes in der dB A -, dB B - und dB linear-Bewertung. Durch Umschalten auf den Oktavfilter wurde der Schalldruck in den Frequenzbändern von Oktavabständen gemessen. Minimaler und maximaler Zeigerausschlag des Meßinstrumentes sowie der geschätzte Mittelwert wurden im Untersuchungsbogen des betreffenden Probanden tabellarisch festgehalten.

2.5. Zweite audiometrische Untersuchung

Im Anschluß an eine 8-stündige Lärmexposition am Arbeitsplatz unterzog sich jeder Proband zur Ermittlung der TTS einer erneuten Hörschwellenbestimmung. Ferner wurde er über subjektive Höreindrücke (Ohrgeräusche) und persönliche Lärmschutzmaßnahmen (einfache Watte, Gehörschutzwatte, Gehörgangsstöpsel, Lärmschutzkappen) befragt.

Keiner der Probanden hatte sich gegen Lärmeinwirkung geschützt. Vereinzelt frühere Versuche mit Gehörschutzwatte oder Oropax waren bald wieder aufgegeben worden, da

sie zu Kopfschmerzen und Dröhnen des Kopfes geführt hatten.

V. Ergebnisse

1. Statistische Datenerhebung

Die Probanden hatten mehrheitlich bereits einen Lärmhörschaden erlitten. Die mittlere Hörschwellenkurve mit Standardabweichung zeigt für beide Ohren den typischen senkenförmigen Hörverlust im oberen Frequenzbereich. Die durch eine Lärmarbeitsschicht verursachte TTS wurde mithin nicht an Ohrgesunden gemessen, sondern an Personen, bei denen sie sich auf einen bereits eingetretenen NIPTS (Noise Induced Permanent Threshold Shift) aufpfropfte.

1.1. Ausmusterung

Bei der Durchführung des Untersuchungsabschnittes 2.5. (Hörschwellenbestimmung nach Lärmexposition) war aufgefallen, daß bei etlichen Probanden nach Lärmbelastung ein gleich gutes oder sogar besseres Audiogramm im Vergleich zum Hörstatus vor Arbeitsbeginn vorlag. Wie die statistische Datenerhebung deutlich werden ließ, konnte von den insgesamt 415 untersuchten Probanden bei 115 (27,71%) trotz Lärmexposition keine TTS ermittelt werden, und zwar in allen geprüften Frequenzen (s. Abb. 1a,b).

Weiterhin ergab sich, daß die Population dieser Gruppe ohne TTS in ihrer prozentualen Altersverteilung der Gruppe mit TTS annähernd entsprach. (Tab. 1: abs. TTS und keine TTS).

Da auf diese Population die spezifische Fragestellung keine Anwendung findet, wird sie Gegenstand einer gesonderten Betrachtung über die vegetative Reaktionslage, tageszeitliche Schwellenwertschwankungen und die Validität der Kontrollaudiometrie nach Lärmarbeitsschicht sein. (s. S. 49).

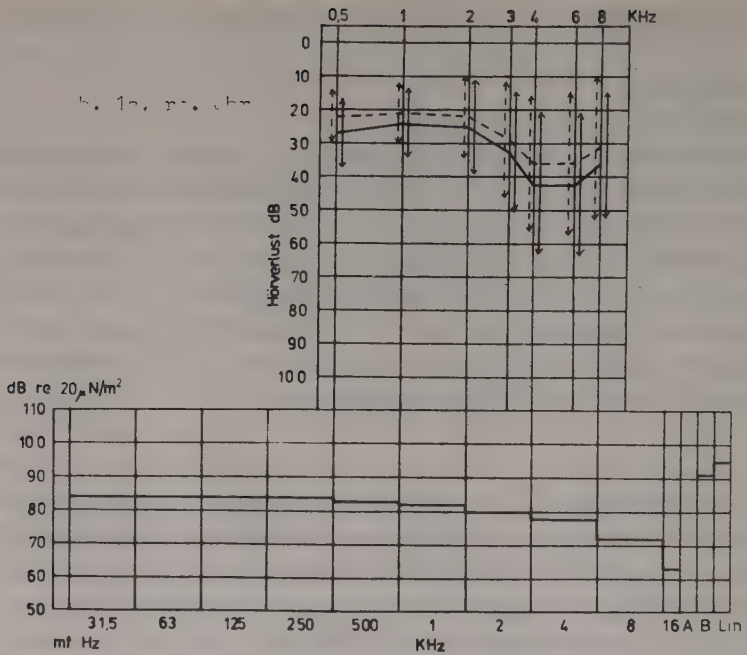


Abb. 1a Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung des rechten Ohres vor und nach Lärmexposition von 115 Arbeitern der Eisenverarbeitenden Industrie sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes.
(---) = Audiogramm nach Lärmarbeitsschicht.

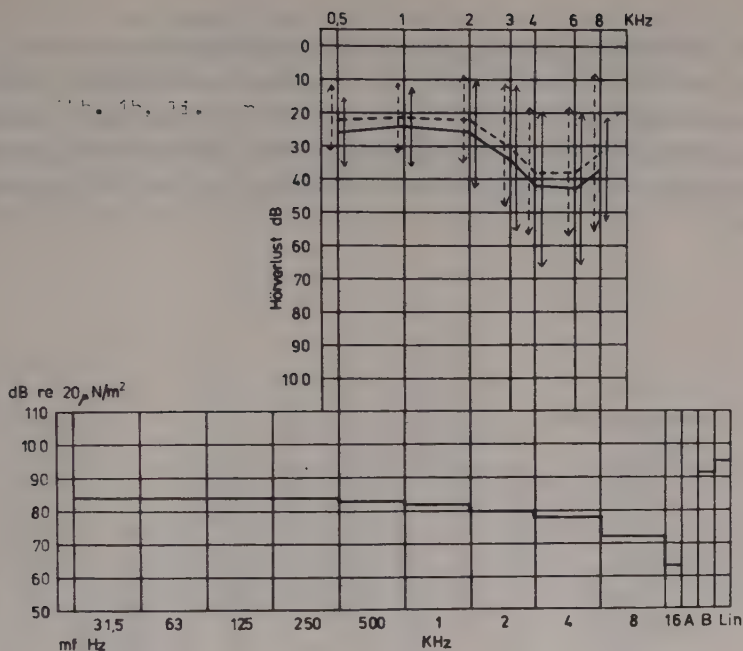


Abb. 1b Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung des linken Ohres vor und nach Lärmexposition von 115 Arbeitern der Eisenverarbeitenden Industrie sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes. (---) = Audiogramm nach Lärmarbeitsschicht.

1.2. Population des untersuchten Probandengutes

Gemäß der übergeordneten Fragestellung nach dem Ausmaß der TTS durch spezifische Lärmbelastung wurden die in der Auswertung verbliebenen Probanden entsprechend ihrer innerbetrieblichen Tätigkeit in zwölf verschiedene Berufsgruppen gegliedert, deren Häufigkeitsverteilung in Abb. 2 dargestellt ist.

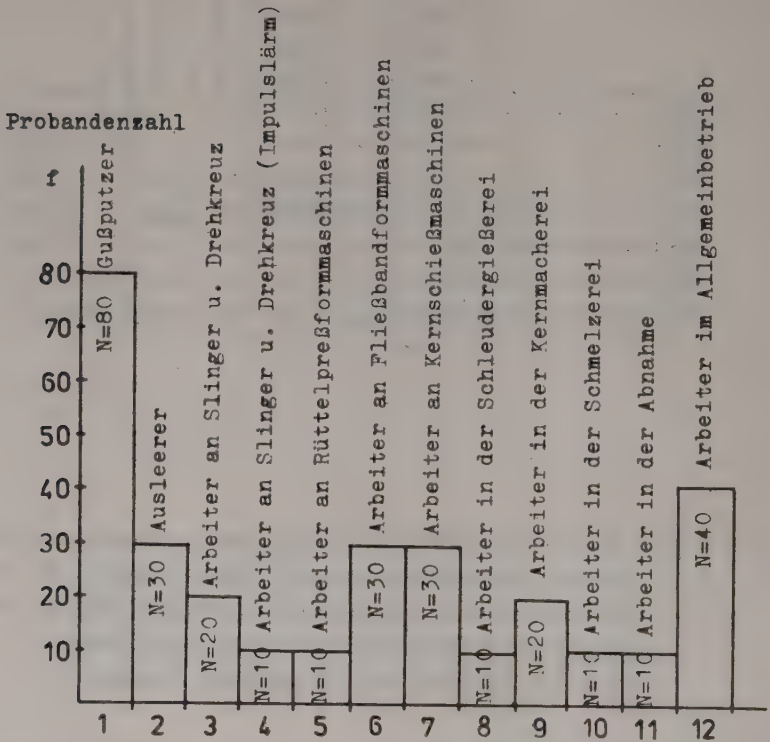


Abb. 2 : Quantitative Aufteilung der untersuchten Population nach innerbetrieblicher Tätigkeit

Über die absolute und prozentuale Altersverteilung der untersuchten Population gibt Tabelle 1 einen Überblick. Zur allgemeinen Anschauung wurde von allen Probanden gemeinsam (abs. TTS, N = 300) eine mittlere Hörschwellenkurve vor und nach Lärmexposition sowie eine mittlere Oktavbandanalyse errechnet, deren audiographische Darstellung Abbildung 2a,b, zeigt.

Altersgruppen	abs. TTS		keine TTS		relat. TTS	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
	Zahl		Zahl		Zahl	
jünger 20 Jahre	3	1,00	4	3,48	7	1,69
21 bis 30 Jahre	59	19,67	20	17,39	79	19,04
31 bis 40 Jahre	104	34,67	37	32,17	141	33,98
41 bis 50 Jahre	91	30,33	30	26,09	121	29,16
älter 50 Jahre	43	14,33	24	20,87	67	16,14
gesamt	300	100,00	115	100,00	415	100,00

Tab. 1: Absolute und prozentuale Altersverteilung des gesamten Probandengutes (relat. TTS), der Probanden mit TTS (abs. TTS) und der Probandengruppe ohne TTS (keine TTS)

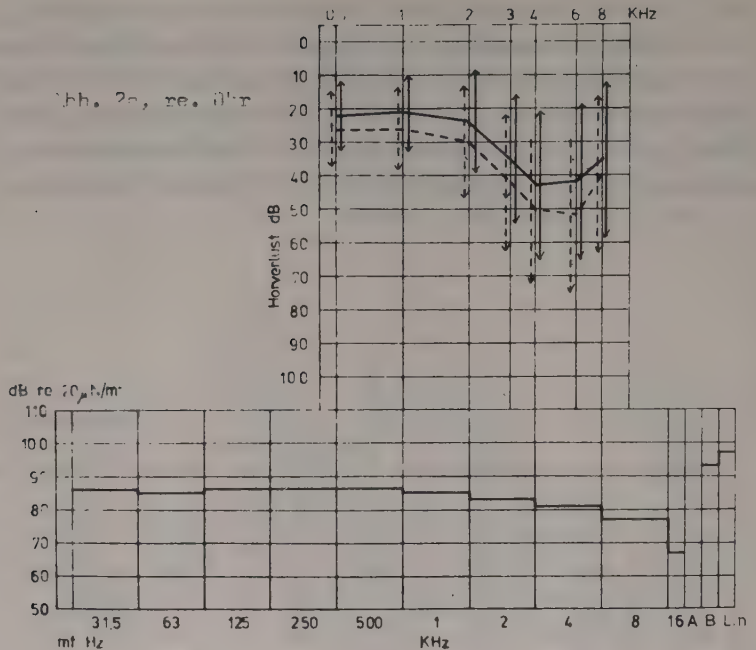


Abb. 2a: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung des rechten Ohres vor und nach Lärmexposition von 300 Arbeitern aus Eisengießereibetrieben sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärms.
 (---): Audiogramm nach Lärmarbeitsschicht

2. Erste Fragestellung

Korrelation von TTS und Arbeitslärm bei Berufsgruppen der Eisenverarbeitenden Industrie.

2.1. Statistische Datenerhebung

Zur Beantwortung oben genannter Fragestellung wurden für jede der zwölf Berufsgruppen die mittleren Hörschwellen-

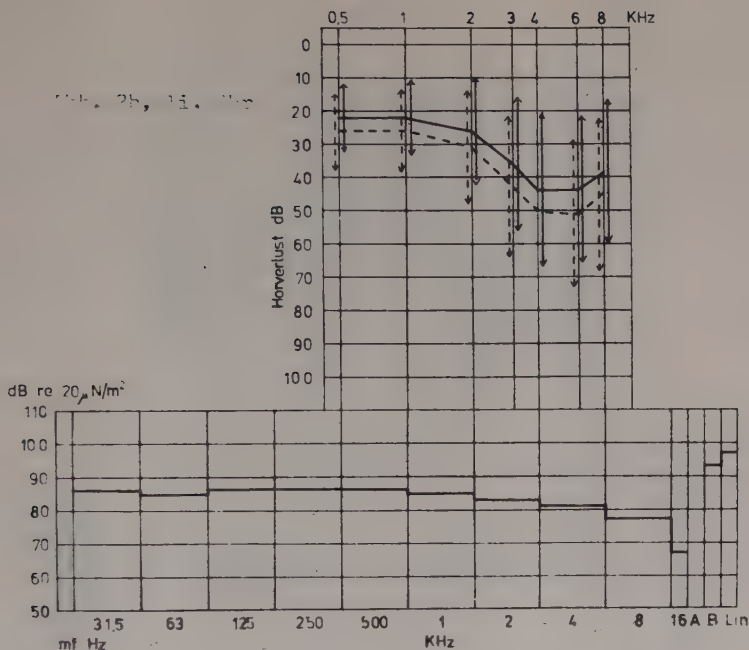
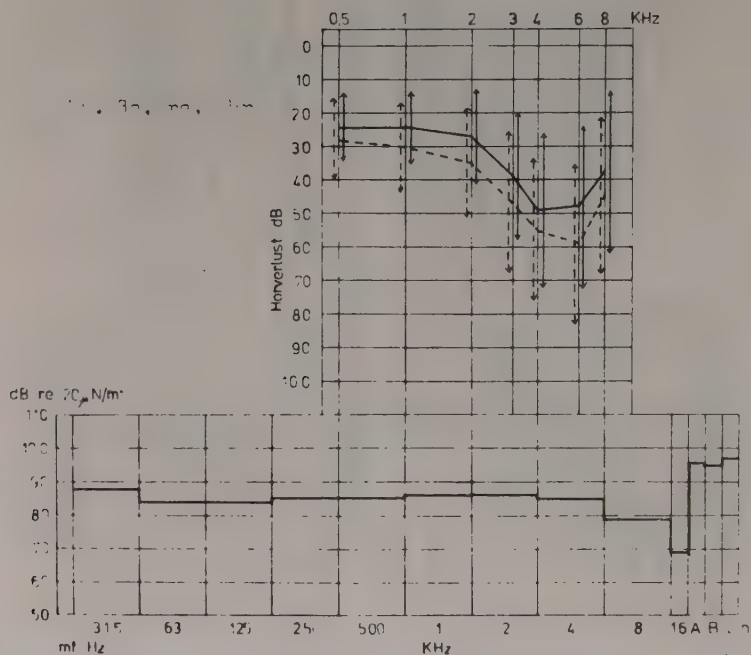


Abb. 2b; Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung des linken Ohres vor und nach Lärmexposition von 300 Arbeitern aus Eisengießereibetrieben sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärms. (---): Audiogramm nach Lärmarbeitsschicht.

kurven, für linkes und rechtes Ohr getrennt, aus den Audiogrammen vor und nach der Lärmexposition erstellt und hinsichtlich ihrer Differenz einer Signifikanzprüfung unterzogen. Die mittlere Oktavbandanalyse gibt Auskunft über das für die TTS ursächliche Lärmspektrum.



2.2. Beschreibung der Ergebnisse

Abbildung 3a,b stellt den mittleren Hörverlust beider Ohren von 80 Gußputzern vor und nach Arbeitslärmbelastung und die mittlere Oktavbandanalyse des spezifischen Lärmspektrums dar.

Der Verlauf der Hörschwellenkurven zeigt einen geringgradigen Seitenunterschied zuungunsten des linken Ohres. Die TTS nimmt in den Frequenzen 0,5, 2 und 3 KHz kontinuierlich von 4 bis 8 dB zu. Bei 4 KHz sinkt sie kurz auf 7 bzw. 6 dB ab und weist ihr Maximum von 11 dB bei 6 KHz auf.

Die Oktavbandanalyse des Lärms läßt ein Breitbandspektrum erkennen, dessen schwach angedeutete Maxima mit 88 dB im Tieftonebereich bei 31,5 Hz und mit 86 dB im Mitteltonbereich

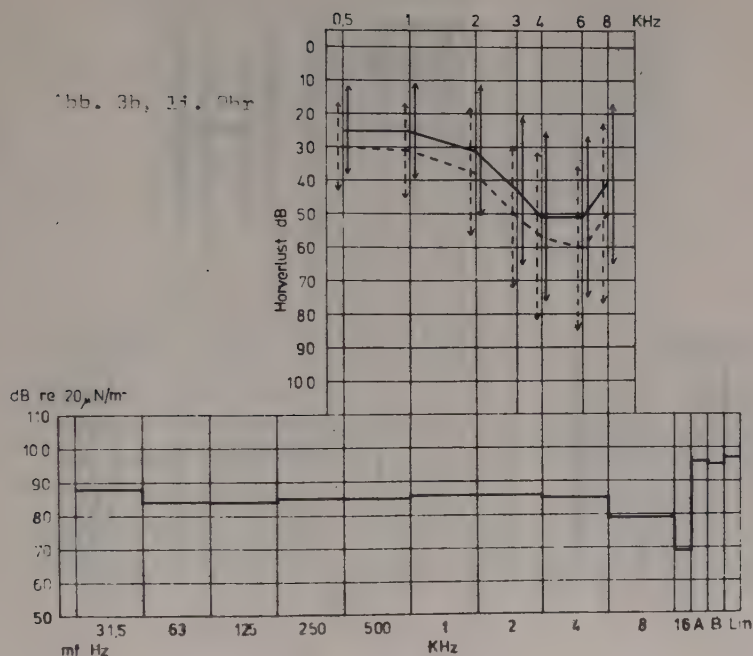


Abb. 3b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 80 Gußputzern sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärms (schwankender Dauerlärm).

bei 1 und 2 KHz liegen. Der mittlere Gesamtlärmpegel der Kategorie schwankender Dauerlärm beträgt 96 dB A, 95 dB B und 98 dB linear.

Die TTS-Werte sind nur in den Frequenzen 3 KHz rechtes Ohr und 1 KHz linkes Ohr signifikant, wobei Alpha kleiner gleich 2 ist. Sie liegen somit auf dem 5%-Niveau.

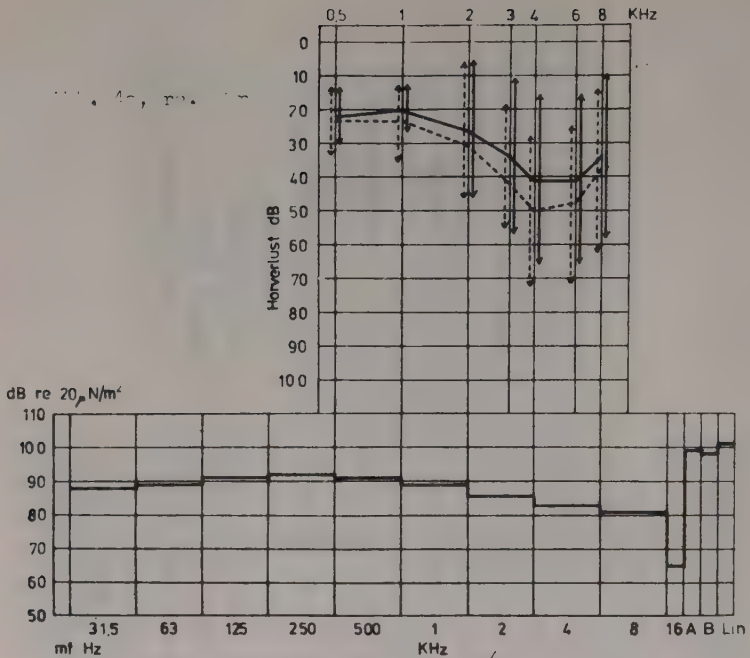


Abbildung 4a,b zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 30 Ausleerern und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärmes. Es besteht eine nur geringgradige Seitenabweichung.

Während auf dem rechten Ohr ein kontinuierlicher Anstieg der TTS von 1 dB bei 0,5 KHz bis 9 dB bei 4 KHz zu beobachten ist, zeichnet sich die TTS des linken Ohres durch ein Maximum von 7 dB bei 1 KHz aus, wobei die übrigen Werte zwischen 4 und 6 dB liegen. Die TTS ist nur in der Frequenz 1 KHz des linken Ohres mit Alpha kleiner gleich 2 signifikant.

Die Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes zeigt ein Breitbandspektrum, dessen Schalldruck von 88 dB auf 92 dB zwischen 31,5 und 250 Hz ansteigt und dann bis 8 KHz kontinuierlich

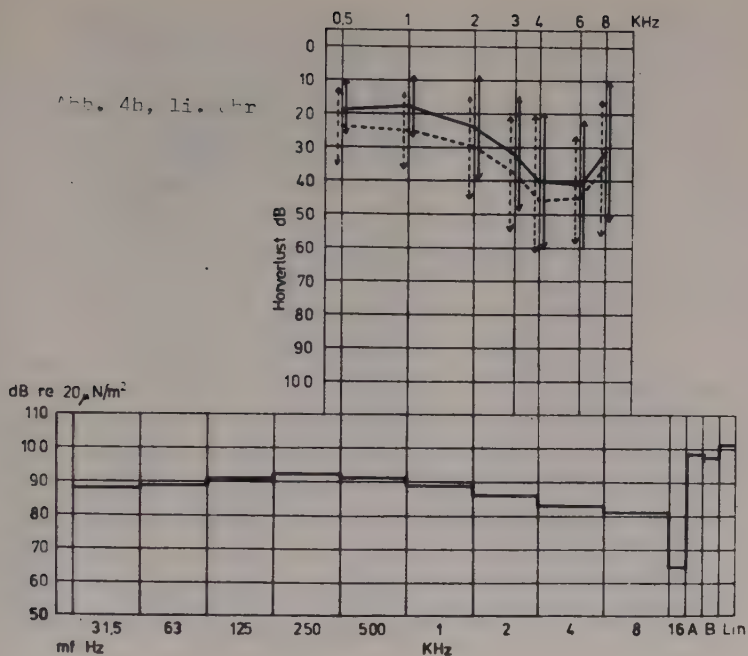


Abb. 4b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 30 Ausleerern sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärms (schwankender Dauerlärm).

auf 81 dB absinkt. Der mittlere Gesamtlärmpegel der Kategorie schwankender Dauerlärm liegt bei 99 dB A, 98 dB B und 101 dB linear.

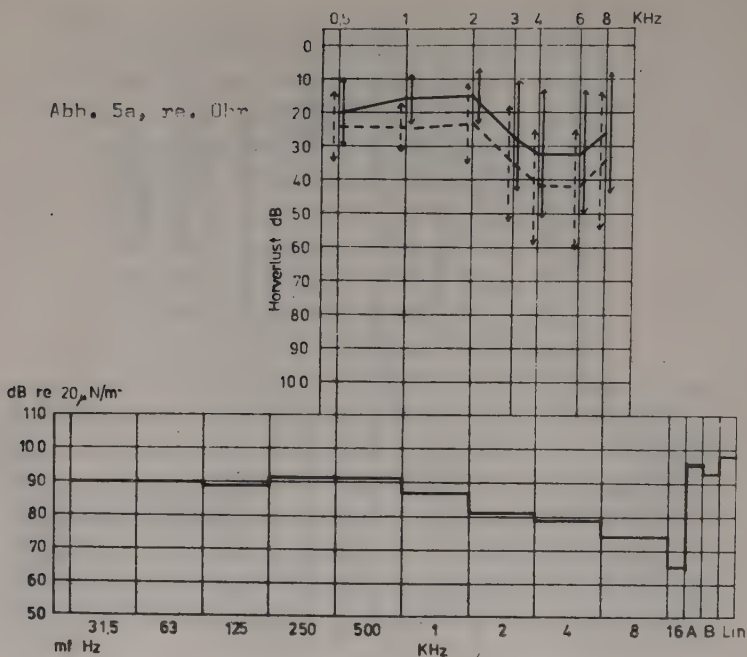


Abbildung 5a zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 20 Arbeitern an Slinger und Drehkreuz (Formmaschinen) und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärms.

Es besteht eine deutliche Seitendivergenz der Hörschwellenkurven zuungunsten des linken Ohres. Auf dem rechten Ohr ist der relativ hohe Anstieg der TTS auf 9 und 8 dB in den Frequenzen 1 und 2 KHz auffällig. Das Maximum liegt mit 10 dB bei 6 KHz während es linksseitig mit 9 dB bei 4 KHz zu finden ist; hier nimmt die TTS in den Tiefton- und Hochtonbereichen auch deutlicher ab als auf der Gegenseite. Eine signifikante Aussage mit Alpha kleiner gleich 2 findet sich jedoch nur für die TTS in der Frequenz 1 KHz

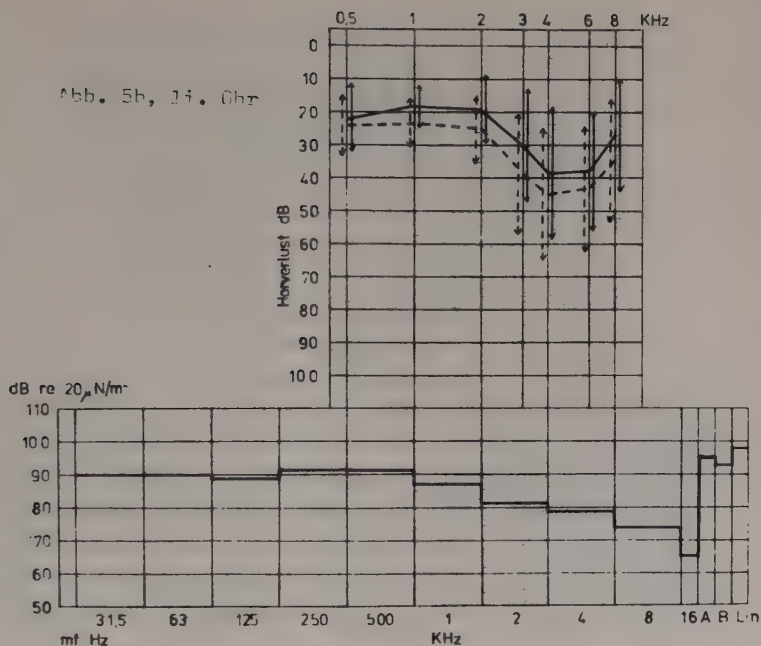


Abb. 5b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 20 Arbeitern an Slinger und Drehkreuz sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes (schwankender Dauerlärm).

des rechten Ohres.

Das in der Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes aufgezeigte Breitbandspektrum bewegt sich in den Frequenzen 31,5 bis 500 Hz zwischen 89 und 92 dB und sinkt zum Hochtonbereich hin kontinuierlich auf 65 dB ab. Der mittlere Gesamtlärmpegel, Kategorie schwankender Dauerlärm, liegt bei 95 dB A, 93 dB B und 98 dB linear.

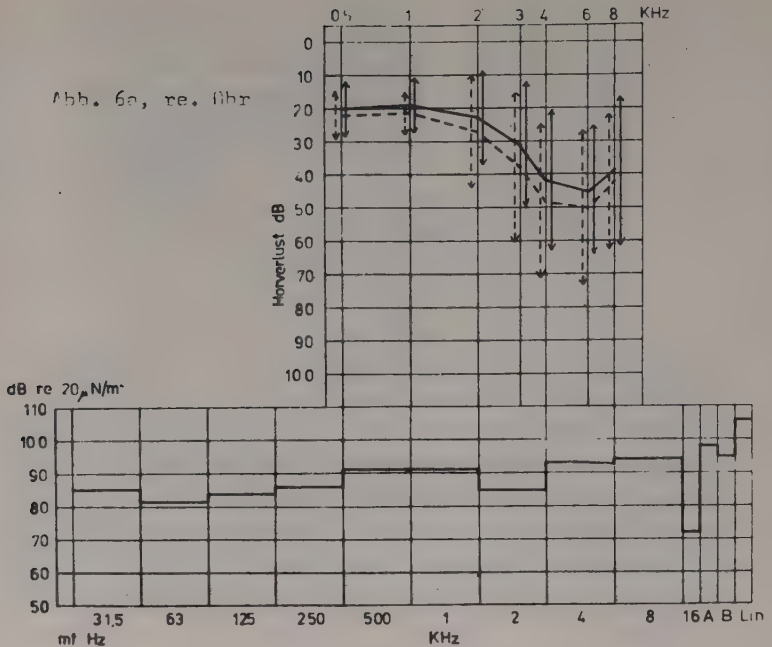


Abbildung 6a zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 10 Arbeitern an Slinger und Drehkreuz und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärms, Kategorie Impulslärm. Es besteht deutliche Seitenabweichung zuungunsten des linken Ohres.

Das rechte Ohr zeigt bei 4 KHz ein Maximum von 7 dB. Zum Tiefton- und Hochtonbereich hin fallen die TTS-Werte gleichmäßig ab. Linksseitig dagegen bewegt sich die TTS auf einem Niveau von 4 und 5 dB, ausgenommen bei 0,5 und 2 KHz. Hier liegt sie bei 1 und 2 dB, ein deutliches Maximum fehlt. Keiner der TTS-Werte ist signifikant, Alpha ist größer 2. Die Oktavbandanalyse des Arbeitslärms zeigt ein Breitbandspektrum mit unterschiedlichem Schalldruckverlauf. Schall-

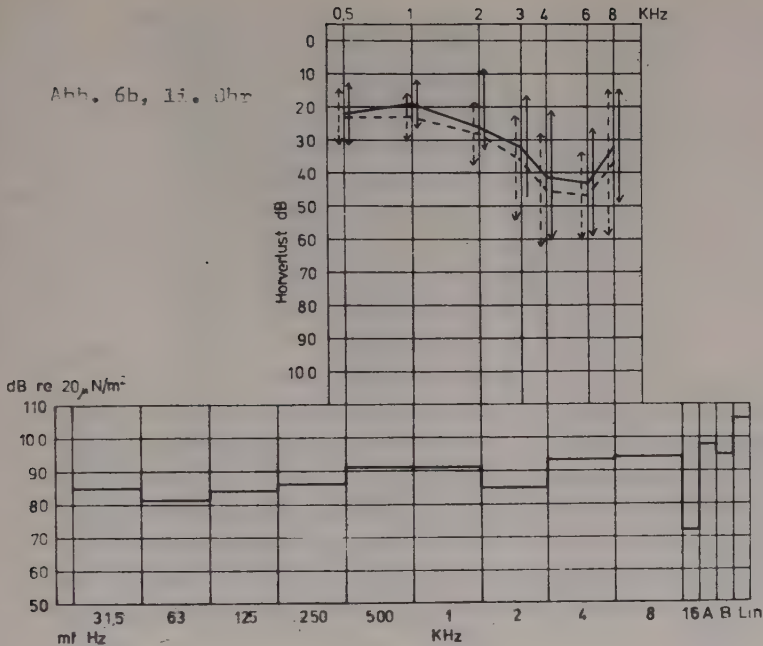


Abb. 6b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 10 Arbeitern an Slinger und Drehkreuz sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärms (Impulslärm).

druckspitzen finden sich mit 94 und 95 dB bei 4 und 8 KHz sowie mit 91 dB bei 0,5 und 1 KHz. Im Tieftonbereich und bei 2 KHz schwankt der Schalldruck zwischen 81 und 86 dB.

Der mittlere Gesamtlärmpegel beträgt 98 dB A, 95 dB B und 106 dB linear.

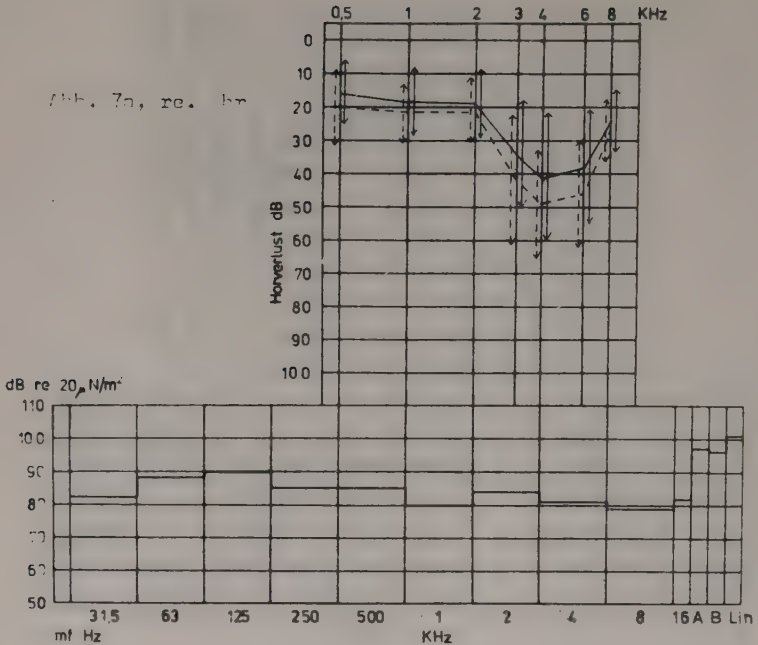


Abbildung 7a zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 10 Arbeitern an Rüttelpreßformmaschinen und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärms. Es besteht nur eine geringgradige Seitenabweichung der Hörschwellenkurven. Die TTS liegt beidseitig im Bereich der Frequenzen 0,5, 1 und 2 KHz zwischen 3 und 4 dB, bildet von 3 bis 6 KHz ein Plateau von 8 bzw. 9 dB und fällt bei 8 KHz steil auf 3 bzw. 2 dB ab. Keiner der TTS-Werte ist signifikant, Alpha ist größer 2.

Die Oktavbandanalyse des Arbeitslärms zeigt ein Breitbandspektrum, dessen Schalldruckmaximum mit 90 dB bei 125 Hz liegt. Alle übrigen Frequenzen schwanken zwischen 79 und 88 dB.

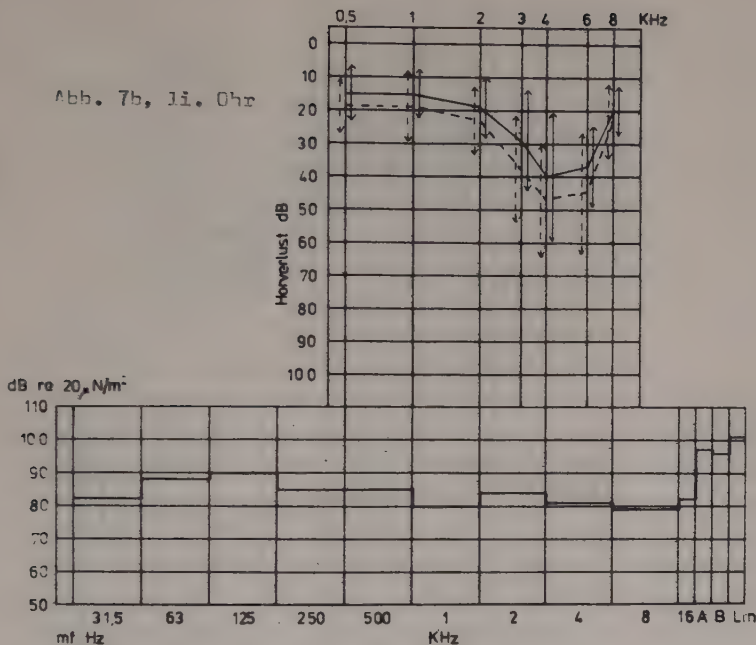


Abb. 7b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 10 Arbeitern an Rüttelpressformmaschinen sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes (schwankender Dauerlärm).

Der mittlere Gesamtlärmpegel, Kategorie schwankender Dauerlärm, beträgt 98 dB A, 97 dB B und 101 dB linear.

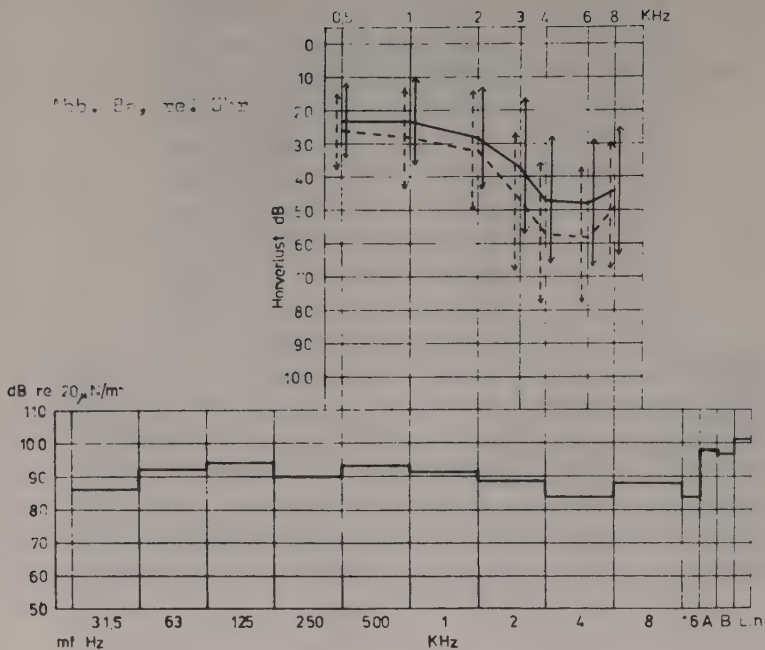


Abbildung 8a zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 30 Arbeitern an Fließbandformmaschinen und Dismatic und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärms. Es besteht eine geringe Seitendivergenz der morgendlichen Hörschwellenkurven. Die mittlere TTS liegt beidseitig im Bereich der Frequenzen von 0,5, 1 und 2 KHz zwischen 3 und 5 dB, steigt bei 3, 4 und 6 KHz rechts sprungartig auf Werte von 9 und 10 dB an, während links nur Hörverluste von 6 bis 8 dB erreicht werden. Bei 8 KHz sinkt die TTS beidseitig wieder auf 3 bzw. 5 dB ab. Es läßt sich keine signifikante Aussage über die TTS-Werte machen, Alpha ist größer 2.

Die Oktavbandanalyse des Arbeitslärms weist ein Breitbandspektrum auf, das in den Frequenzen 31,5, 63 und 125 Hz

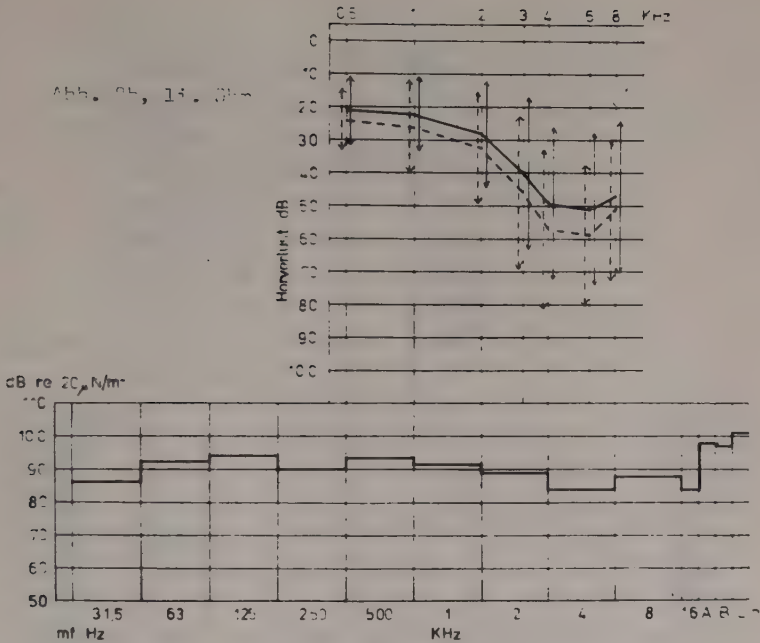


Abb. 8b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 30 Arbeitern an Fließbandformmaschinen und Disamatic sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärms. (schwankender Dauerlärm).

kontinuierlich auf 94 dB ansteigt, bei 250 Hz auf 90 dB absinkt, um dann ab 0,5 KHz bis 4 KHz nach kurzem Anstieg auf 93 erneut auf 84 dB abzufallen.

Der mittlere Gesamtlärmpegel, Kategorie schwankender Dauerlärm beträgt 97 dB A, 97 dB B und 101 dB linear.

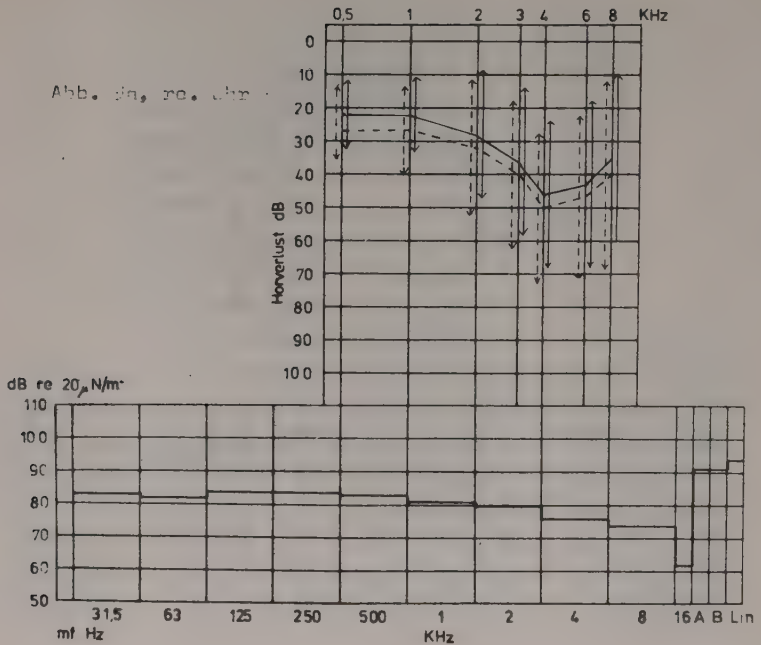


Abbildung 9a zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 30 Arbeitern an Kernschießmaschinen und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärmes. Die Seitendivergenz der Hörschwellenkurven ist minimal. Die mittlere TTS beträgt rechts zwischen 4 und 5 dB, links zwischen 3 und 6 dB, wobei ein angedeutetes Maximum von 6 dB bei 3 und 4 KHz besteht. Eine signifikante Aussage über die TTS läßt sich nicht machen, Alpha ist größer 2.

Die Oktavbandanalyse zeigt einen relativ ausgeglichenen Schalldruckverlauf mit kontinuierlichem Abfall von 83 dB bei 31,5 Hz auf 74 dB im Hochtonbereich. Der mittlere Gesamtlärmpegel, Kategorie schwankender Dauerlärm, beträgt 91 dB A, 91 dB B und 94 dB linear.

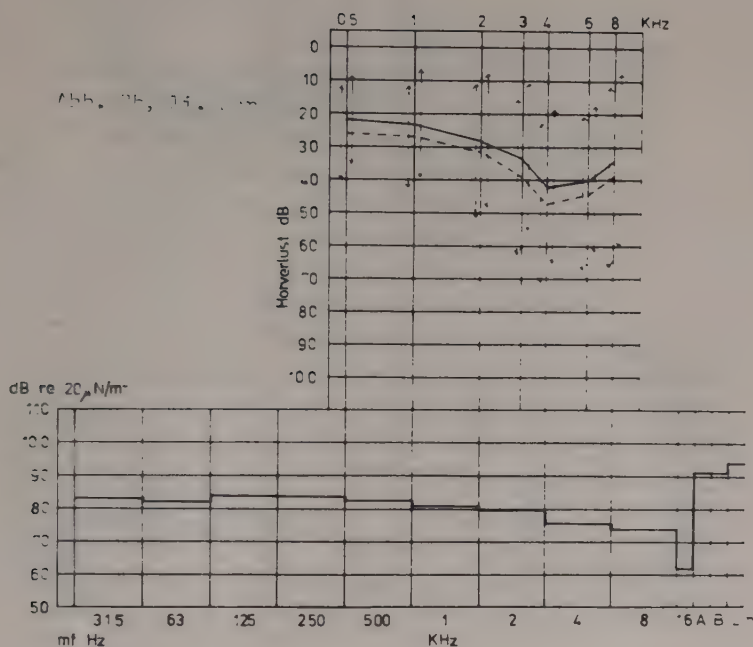


Abb. 9b; Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 30 Arbeitern an Kernschießmaschinen sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes (schwankender Dauerlärm).

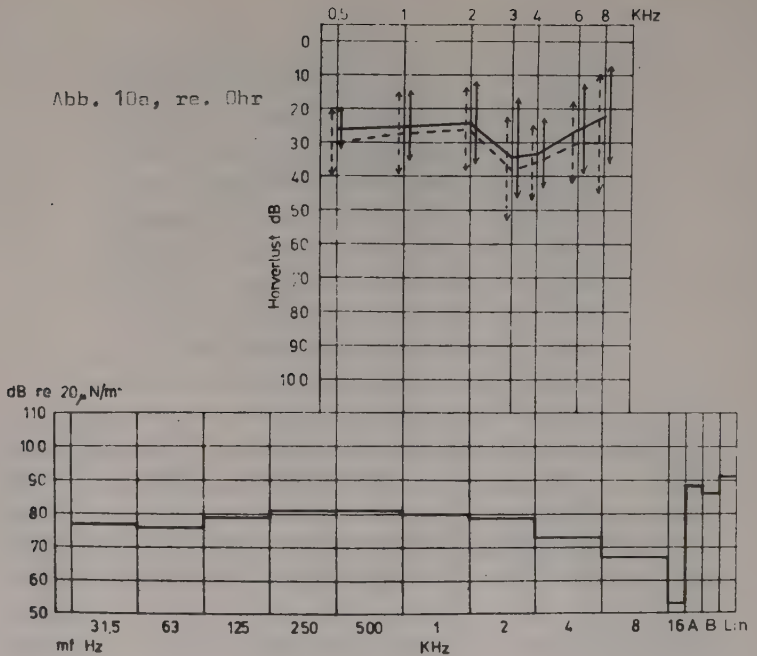


Abbildung 10a zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 10 Arbeitern der Schleudergießerei und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärmes. Es besteht eine Seitendivergenz der Hörschwellenkurven im Bereich von 6 KHz zuungunsten des linken Ohres. Während im Tief- und Mitteltonbereich ein annähernd identischer Hörverlust von 2 bis 3 dB beobachtet wird, erreicht die TTS rechts ihr Maximum von 8 dB bei 8 KHz. Linksseitig bildet sich bei 4 und 6 KHz ein Plateau von 7 dB, das bei 8 KHz nur um 1 dB absinkt. Alle TTS-Mittelwerte erweisen sich als nicht signifikant, Alpha ist größer 2.

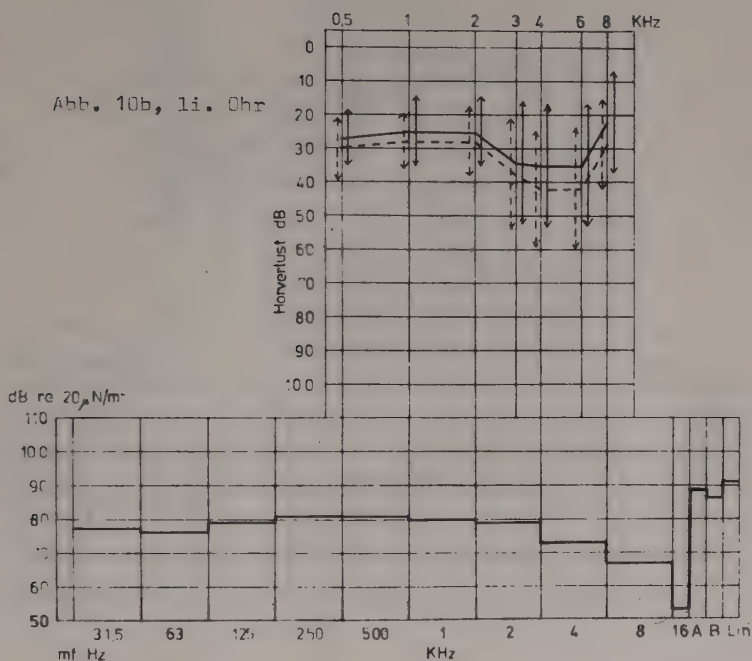


Abb. 10b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 10 Arbeitern in der Schleudergießerei sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes.

Die Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes zeigt einen relativ ausgeglichenen Schalldruckverlauf der Kategorie schwankender Dauerlärm, der sich in den unteren Oktaven um 77 dB bewegt, bei 250 und 500 Hz sein Maximum von 81 dB erreicht und zum Hochtonbereich hin auf 67 dB abfällt. Der mittlere Gesamtpegel beträgt 89 dB A, 87 dB B und 91 dB linear.

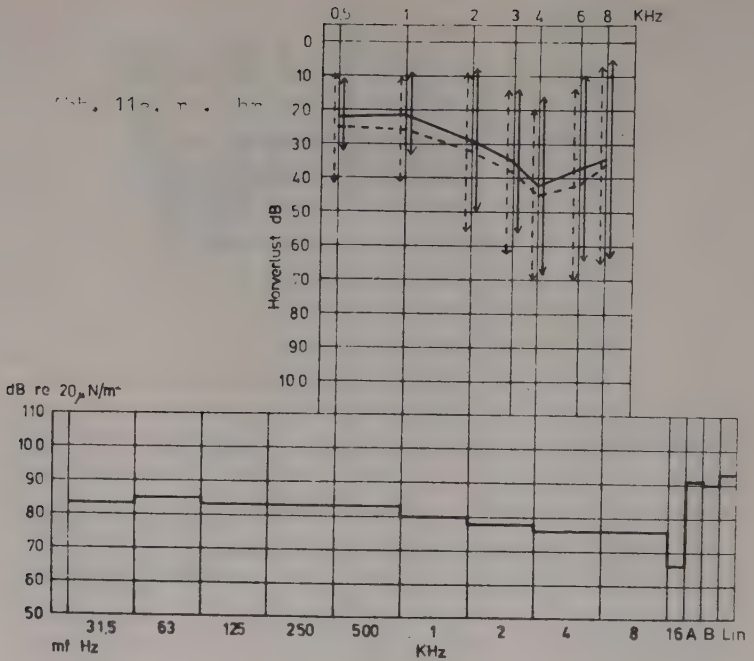


Abbildung 11a zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 20 Arbeitern in der allgemeinen Kernmacherei und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärmes. Es besteht nur eine geringgradige Seitenabweichung der Hörschwellenkurve. Die mittlere TTS bewegt sich in allen Prüffrequenzen zwischen 2 und 5 dB, ausgesprochene Maxima gibt es nicht.

Bei der Signifikanzberechnung erweist sich keiner der TTS-Werte als signifikant, Alpha ist größer 2.

Die Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes weist ein Breitbandpektrum der Kategorie schwankender Dauerlärm auf, welches im Tieftonbereich bis 500 Hz Schalldruckwerte um 85 dB erreicht, ab 1 KHz dann aber kontinuierlich auf 76 dB absinkt.

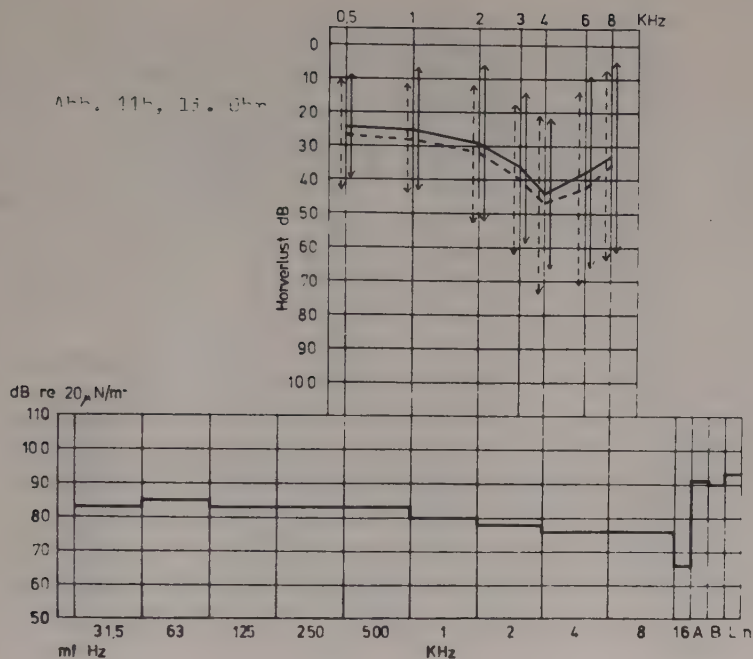


Abb. 11b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 20 Arbeitern in der allgemeinen Kernmacherei sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes. (schwankender Dauerlärm).

Der mittlere Gesamtlärmpegel beträgt 91 dB A, 90 dB B und 93 dB linear.

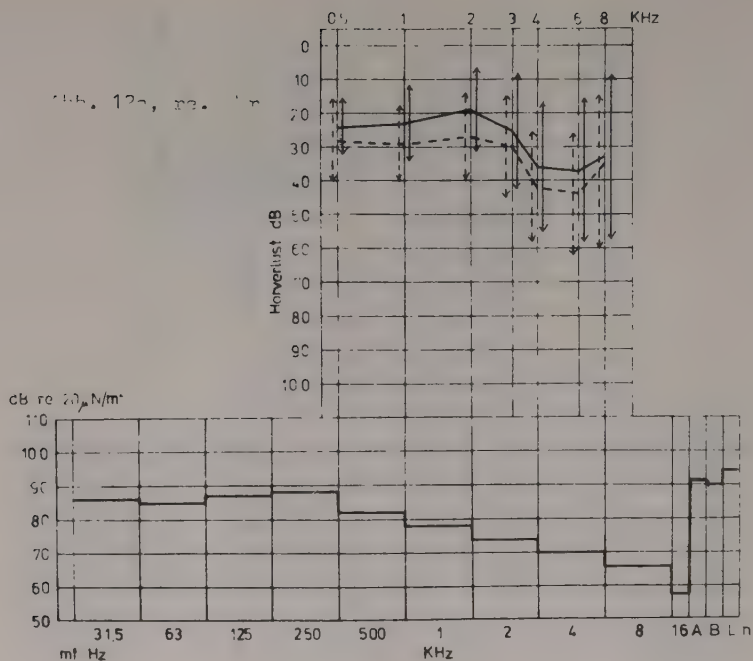


Abbildung 12a zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 10 Arbeitern im Schmelzereibetrieb und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärmes. Die Hörschwellenkurven vor Arbeitsantritt sind annähernd seitengleich, während die mittlere TTS teilweise deutliche Seitendivergenzen aufweist.

Rechtsseitig zeigen sich mit 7 bzw. 8 dB bei 1 und 2 KHz sowie 6 und 7 dB bei 6 und 8 KHz nahezu identische Maxima. Demgegenüber finden wir linksseitig einen relativ gleichmäßigen Hörverlust mit Werten zwischen 6 und 8 dB, wobei nur die TTS von 3 dB bei 1 KHz deutlich herausfällt.

Keiner der mittleren TTS-Werte erweist sich als signifikant, Alpha ist größer 2.

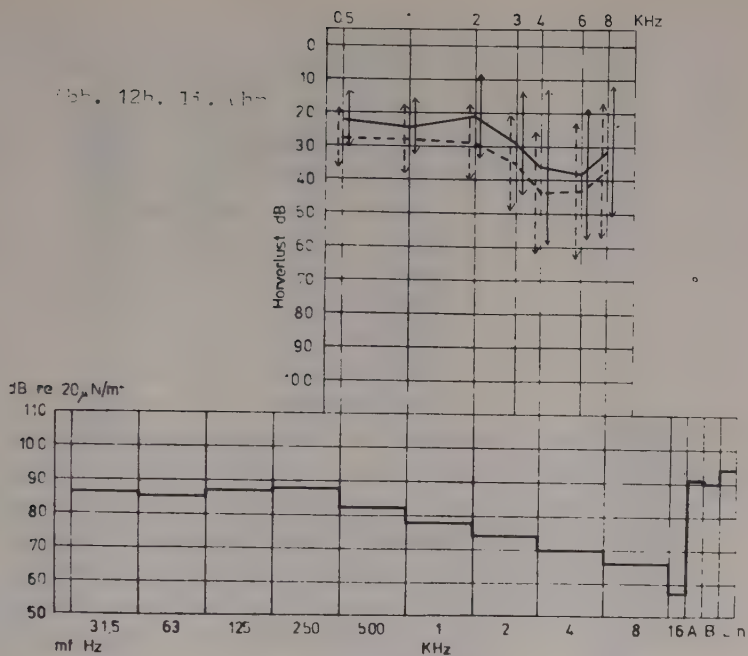


Abb. 12b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 10 Arbeitern im Schmelzereibetrieb sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes (schwankender Dauerlärm),

Die Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes zeigt ein Breitbandspektrum der Kategorie schwankender Dauerlärm, welches sich im Tieftonbereich bis 250 Hz zwischen Schalldruckwerten von 85 und 89 dB bewegt, ab 500 Hz aufwärts dann aber kontinuierlich auf 66 dB abfällt. Der mittlere Gesamtlärmpegel beträgt 91 dB A, 90 dB B und 94 dB linear.

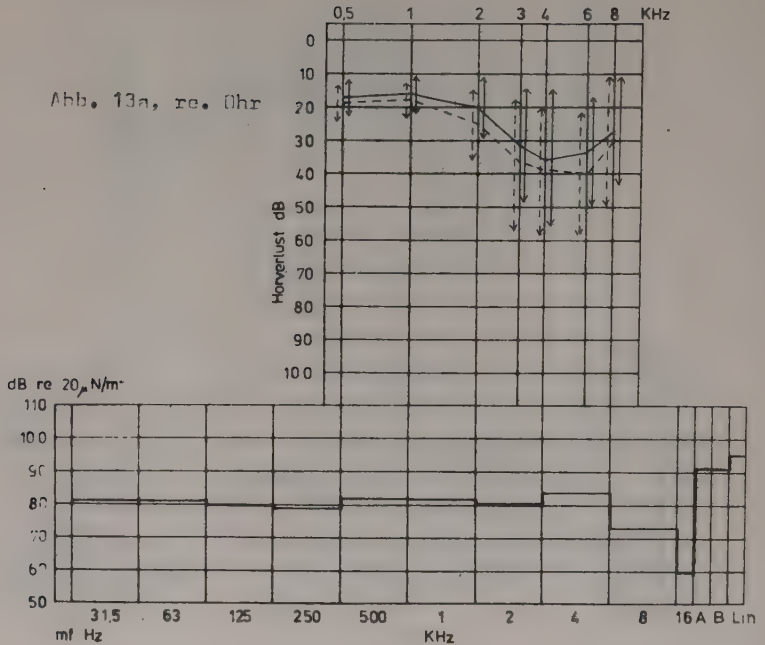


Abbildung 13a zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 10 Arbeitern in der Abteilung für Gußkontrolle und Abnahme und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärms. Der Verlauf der Hörschwellenkurven ist nahezu seitengleich, rechts wie links finden wir eine maximale Hörschwellenabwanderung nach Lärmexposition von 7 dB bei 6 KHz, die mit 3 dB bzw. 4 dB bei 4 KHz und 8 KHz z. augenfällig kleiner wird. Im Tiefton- und Mitteltonbereich bis 3 KHz steigt die mittlere TTS beidseitig kontinuierlich von 2 dB auf 5 dB an.

Eine signifikante Aussage über die mittlere Hörschwellenabweichung läßt sich jedoch nicht stellen, Alpha ist größer 2.

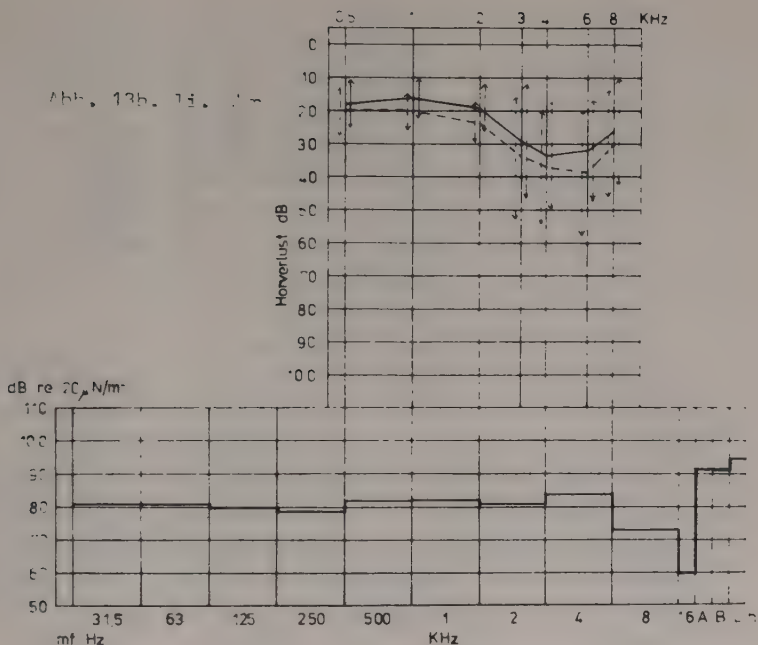


Abb. 13b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 10 Arbeitern in der Gußkontrolle und Abnahme sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes (schwankender Dauerlärm).

Die Oktavbandanalyse des Arbeitslärmes weist ein Breitband-spektrum der Kategorie schwankender Dauerlärm auf, dessen mittlere Schalldrücke zwischen 79 dB und 84 dB in allen gemessenen Oktavbereichen schwanken, ausgenommen 8 KHz mit nur 73 dB Belastung.

Der mittlere Gesamtlärmpegel beträgt 91 dB A, 91 dB B und 95 dB linear.

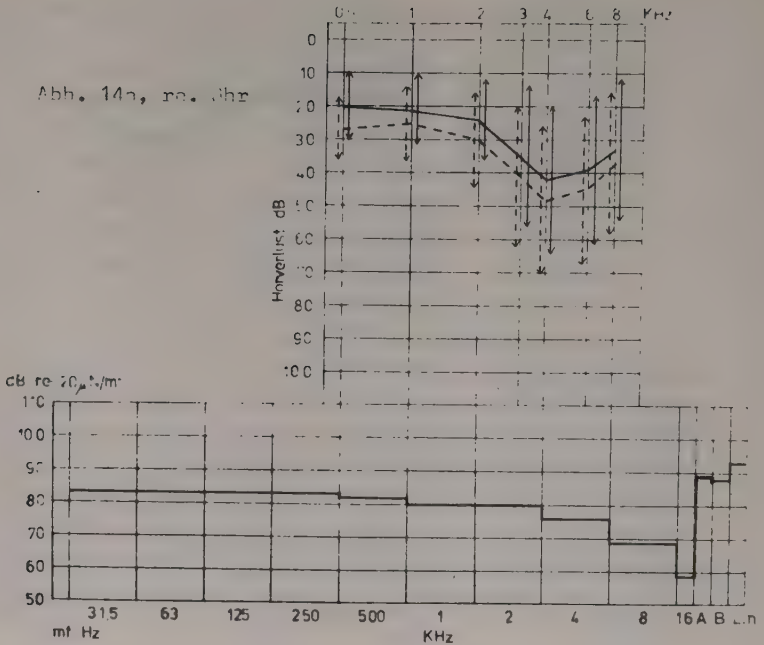


Abbildung 14a zeigt die mittlere TTS mit Standardabweichung von 40 Arbeitern im Allgemeinbetrieb und die zugehörige mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitsplatzlärmes. Es besteht geringe Seitendivergenz der Hörschwellenkurven vor Arbeitsbeginn. Auffällig ist die relativ große TTS rechts mit 7 dB bei 500 Hz im Vergleich zu links mit nur 3 dB. In allen übrigen Frequenzen zeigt sich ein annähernd seitengleiches Bild, sieht man von Seitendifferenzen um 1 und 2 dB ab. Die mittlere Hörschwellenabweichung beider Ohren liegt zwischen 4 bis 6 dB.

Als signifikant erweist sich nur die mittlere TTS des rechten Ohres bei 500 Hz. Bei allen übrigen Werten ist Alpha größer 2.

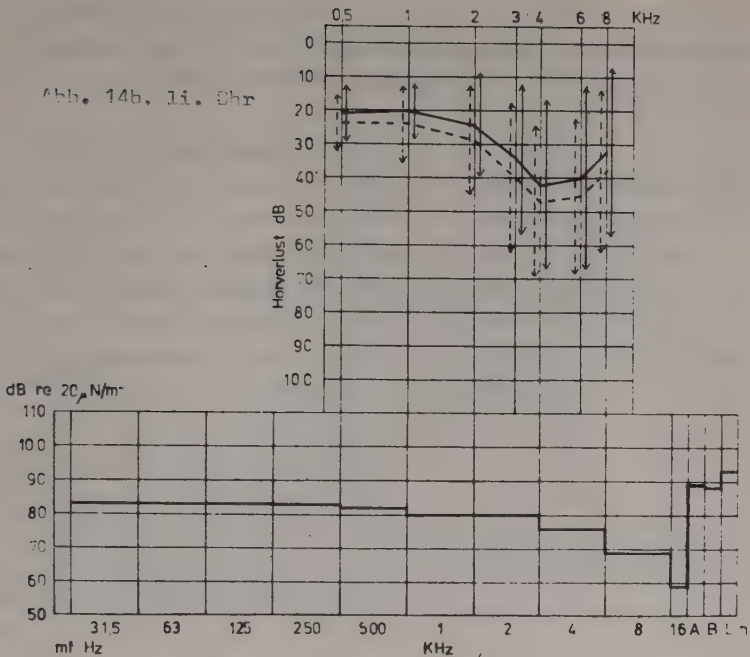


Abb. 14b: Mittlerer Hörverlust mit Einzelwertstreuung vor und nach Lärmexposition von 40 Arbeitern im Allgemeinbetrieb sowie mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärms (schwankender Dauerlärm).

Die mittlere Oktavbandanalyse des Arbeitslärms weist ein Breitbandspektrum auf, Kategorie schwankender Dauerlärm, welches im Tief- und Mitteltonbereich ein ausgeglichenes Schalldruckbild von 83 bis 80 dB aufweist und bei 4 KHz über 76 dB auf 69 dB bei 8 KHz absinkt.

Der mittlere Gesamtlärmpegel beträgt 89 dB A, 88 dB B und 93 dB linear.

Die in der Bewertung dB A, dB B und dB linear gemessenen mittleren Gesamtpegel des Arbeitslärmes zeigten für die einzelnen Berufsgruppen folgende Werte:

	dB A	dB B	dB linear
Berufsgruppe 1	96	95	98
2	99	98	101
3	95	93	98
4	98	95	106
5	98	97	101
6	97	97	101
7	91	91	94
8	89	87	91
9	91	90	93
10	91	90	94
11	91	91	95
12	89	88	93

3. Zweite Fragestellung

Korrelation von TTS und Arbeitslärm unter besonderer Berücksichtigung des Lebensalters.

3.1 Statistische Datenerhebung

Zur Beantwortung oben genannter Fragestellung wurden für jede der in Tabelle 1 definierten Altersgruppen jeder Berufsgruppe die mittleren TTS-Werte, getrennt für rechtes und linkes Ohr, aus den Audiogrammen vor und nach Lärmexposition errechnet und einer Signifikanzprüfung unterzogen. Das jeweils ursächliche Lärmspektrum wurde anhand der zugehörigen Oktavbandanalysen ermittelt.

3.2 Beschreibung der Ergebnisse

Berufsgruppe 1 (Gußputzer)

Die Altersgruppe der bis zu 20 Jahre alten Gußputzer ist unterrepräsentiert und wird im weiteren unberücksichtigt gelassen. Siehe Tabelle 2.

<u>Altersgruppen</u>	<u>abs. Zahl</u>	<u>%</u>
jünger 20 Jahre	1	1,25
21 - 30 Jahre	16	20.00
31 - 40 Jahre	28	35.00
41 - 50 Jahre	22	27.50
älter 50 Jahre	13	16.25
<u>gesamt</u>	<u>80</u>	<u>100.00</u>

Tabelle 2; Altersverteilung der Berufsgruppe 1

Unter den Gußputzern finden sich nur 2 Altersgruppen mit je einem signifikanten TTS-Mittelwert, siehe Tabelle 3.

Altersgruppe	KHz li bzw. re.	alpha	N	TTS-MW
21 - 30 Jahre	3 KHz re.	kl. 2	16	9 dB
31 - 40 Jahre	3 KHz li.	kl. 2	28	13 dB

Tabelle 3: Altersverteilung der Berufsgruppe 1 mit signifikanten TTS-Mittelwerten

Die mittlere Oktavbandanalyse läßt ein Breitbandspektrum erkennen, dessen schwach angedeutete Maxima mit 88 dB im Tieftonbereich bei 31,5 Hz und mit 86 dB im Mitteltonbereich bei 1 und 2 KHz liegen. Der mittlere Gesamtlärmpegel, Kategorie Dauerlärm beträgt 96 dB A, 95 dB B und 98 dB lin. Siehe dazu auch Abb. 3a und b.

Berufsgruppe 3 (Arbeiter an Slinger und Drehkreuz)

Die Altersgruppe der bis zu 20 Jahre alten Probanden dieser Berufsgruppe ist unterrepräsentiert und wird im weiteren unberücksichtigt gelassen. Siehe Tabelle 4.

Altersgruppen	abs. Zahl	%
jünger 20 Jahre	1	5.0
21 - 30 Jahre	4	20.0
31 - 40 Jahre	7	35.0
41 - 50 Jahre	6	30.0
älter 50 Jahre	2	10.0
gesamt	20	100.0

Tabelle 4: Altersverteilung der Berufsgruppe 3

Unter den Arbeitern der Berufsgruppe 3 findet sich nur 1 Altersgruppe mit einem signifikanten TTS-Mittelwert, siehe Tabelle 5.

Altersgruppe	KHz li. bzw. re.	alpha	N	TTS-MW
41 - 50 Jahre	2 KHz li.	kl. 2	6	6 dB

Tabelle 5: Altersverteilung der Berufsgruppe 3 mit signifikanten TTS-Mittelwerten.

Die mittlere Oktavbandanalyse zeigt ein Breitbandspektrum der Kategorie Dauerlärm, das sich in den Frequenzen 31,5 bis 500 Hz zwischen 89 und 92 dB bewegt und zum Hochtonbereich hin kontinuierlich auf 65 dB absinkt. Der mittlere Gesamtlärmpegel liegt bei 95 dB A, 93 dB B und 98 dB lin.

In der Altersverteilung aller übrigen Berufsgruppen erweist sich keiner der TTS-Werte als signifikant, alpha ist größer als 2.

4. Dritte Fragestellung

Korrelation von TTS und Arbeitslärm unterschiedlicher Altersgruppen entsprechender Lärmexposition.

4.1 Statistische Datenerhebung

Zur Beantwortung obengenannter Fragestellung wurde für jede der in Tabelle 1 definierten Altersgruppe einer jeden Berufsgruppe die mittlere TTS, getrennt für rechtes und linkes Ohr, aus den Audiogrammen vor und nach Lärmexposition errechnet. Die mittleren TTS-Differenzen nach Vergleich der Altersgruppen innerhalb der Berufsgruppe wurden einer Signifikanzprüfung unterzogen und das jeweils ursächliche Lärmspektrum anhand der zugehörigen Oktavbandanalysen ermittelt.

4.2 Beschreibung der Ergebnisse

Berufsgruppe 1 (Gußputzer)

Die mittlere TTS-Differenz erweist sich bei vergleichender Gegenüberstellung der Altersgruppen innerhalb dieser Berufsgruppe nur in folgenden Alters-

gruppen und Frequenzen als signifikant, siehe Tabelle 6.

<u>vergleich. Altersgrp.</u>	<u>KHz li. bzw. re.</u>	<u>alpha</u>	<u>N</u>
21-30 J zu 41-50 J.	4 KHz re.	kl. 2	16:22
<u>31-40 J zu 41-50 J.</u>	<u>3 KHz re. + li.</u>	kl. 2	28:22
31-40 J zu 41-50 J.	4 KHz li.	kl. 2	28:22
31-40 J. zu gr.50J.	4 KHz li.	kl. 2	28:13

Tabelle 6: Signifikante TTS-Mittelwertdifferenzen bei verglichenen Altersgruppen innerhalb der Berufsgruppe 1, nur unterstrichene Altersgruppe hat jedoch signifikante TTS.

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, weist nur die Altersgruppe 31-40 Jahre eine signifikante TTS auf, und zwar bei 3 KHz auf dem linken Ohr.

Alle mittleren TTS-Differenzen sind somit nicht relevant, da die zugrundeliegenden mittleren TTS-Werte bis auf einen nicht signifikant sind.

Berufsgruppe 2 bis 12

In keiner der übrigen 11 Berufsgruppen findet sich bei vergleichender Gegenüberstellung der Altersgruppen innerhalb der Berufsgruppe eine signifikante TTS-Mittelwertdifferenz. Alpha ist größer 2.

5. Vierte Fragestellung

Korrelation von TTS und Arbeitslärm entsprechender Altersgruppen unterschiedlicher Lärmexposition.

Die Beantwortung der oben genannten Frage ist angesichts der Ergebnisse der zweiten und dritten Fragestellung nicht durchführbar, weil keine identischen Altersgruppen mit signifikanter TTS zur Verfügung stehen.

6. Fünfte Fragestellung

Validität der TTS für Eignungsuntersuchungen von Lärmarbeitern.

Da signifikante Hörschwellenverschiebungen in den Frequenzen, in denen die stärksten Lärmbeeinflussungen zu erwarten gewesen wären, nicht nachgewiesen werden konnten, da fernerhin bei 115 von 415 Probanden keine TTS nach Lärmarbeitsschicht festzustellen war, muß die TTS im Sinne des "Expositionstestes" nach VDI 2058, Blatt 2, Anhang B, in ihrer Eignung für die Prognose des Gehörs während langjähriger Lärmarbeit angezweifelt werden. Zumindest gilt dies für Beschäftigte, die bereits im Lärm gearbeitet und dadurch eine im Audiogramm zutage tretende oder womöglich auch noch nicht zutage tretende Schädigung ihrer Hörsinneszellen davongetragen haben.

VI. Diskussion:

1. Vegetative Reaktionslage und tageszeitliche Schwellenwertschwankung.

Wie in Kapitel V1.1 (Ausmusterung) bereits dargestellt, konnte bei 27,71% der Gesamtpopulation trotz achtstündiger Arbeitslärmmexposition keine TTS ermittelt werden, bei etlichen Probanden lag sogar eine niedrigere Hörschwelle nach der Lärmbelastung vor. Dieses Phänomen soll im Folgenden kurz erörtert werden.

Mit der Einführung audiometrischer Meßmethoden konnte das von Urbantschitsch schon 1875 beobachtete Phänomen der "individuellen Hörschwellenfluktuation" von Fowler, Barany und Schröder sowohl quantitativ als graphisch und hinsichtlich der Streubreite auch statistisch an einem großen Material gesichert werden. Zur Erklärung wurden neben physikalisch-mechanischen auch psycho-physische Ursachen herangezogen, wie Aufmerksamkeit, Übung, Ermüdung, emotionale Schwankungen sowie die "Fechnersche Übergangszone", innerhalb der der Proband in seinem Sinnesurteil

unsicher und schwankend ist.

Als Terminus technicus wurde der Begriff der "physiologischen Streuung" definiert.

Im Rahmen der zyklischen Veränderungen der Hörschwelle im 24 Stundenrhythmus liegt das günstigste (niedrigste) Schwellenniveau um die Mittagszeit, das schlechteste (höchste) findet sich bei normalem Tagesablauf um 24 Uhr. Die während des Morgens gegen 6 Uhr und spätnachmittags um 18 Uhr gefundenen Schwellenwerte liegen zwischen den Extremen, und zwar ausnahmslos für alle Frequenzen. Allerdings ist die Dynamik der zyklischen Schwellenbewegung im Tieftonbereich deutlich schwächer ausgeprägt als im Hochtonbereich (max. 25 dB sind für einzelne Frequenzen beobachtet worden). Die stündliche Schwellenabwanderung beträgt ungefähr 1 bis 2 dB. (Neuberger et Schmid 24).

Wie mit Hilfe der vegetativen Reaktometrie (Hauswirth et Kracmar, 12) gezeigt werden konnte, liegt für die Hörschwellenfluktuation eine cyclische Konkordanz und temporäre Koinzidenz mit der circadianen Rhythmik des Vegetativums vor. (Sympathikushöchststand um die Mittagszeit, Tiefststand um Mitternacht, Plester (28), Schröder (33), Tanner (35) und Wullstein (40)).

Es konnte weiterhin festgestellt werden, daß zwischen der TTS nach 8-minütiger Lärmbelastung mit 105 dB A und der Größe der vegetativen Reaktionen ein umgekehrt proportionaler Zusammenhang besteht, d.h., Probanden mit hoher TTS zeigen eine sehr geringe vegetative Reaktion auf Lärm und umgekehrt (Jansen, 14).

Aus diesen Untersuchungen wird gefolgert, daß überkritische Lärmintensitäten entweder eine Lärmschwerhörigkeit oder eine vegetative Funktionsstörung hervorrufen.

Die vegetative Funktionsstörung könnte eine Erklärung für das Hörschwellenverhalten jener Probanden sein, die nach Arbeitslärmbelastung keine TTS aufwiesen. Wenn ein Teil sogar besser hörte als am Morgen, so mag hier die circadiane Hörschwellenfluktuation eine wesentliche Rolle spielen. Eine weitere Erklärung könnte darin liegen, daß nach der ermüdenden Monotonie der Geräusche am Arbeitsplatz, besonders wenn physische Erschöpfung hinzukommt, das Ausbleiben der Geräuschkulisse einen aktivierenden Reiz für die Konzentration auf schwellennahe Schallreize darstellt (Jansen, 14).

Bei den Gastarbeitern dürfte darüberhinaus noch eine Rückkopplungskomponente psychischer Art zu bedenken sein, die nach Information durch Kollegen am Arbeitsplatz beim zweiten Audiogramm als Angst um den Arbeitsplatz im Falle einer Disqualifikation ihren Ausdruck findet und damit die Schwellenwerte modifiziert. Ähnliche Mechanismen, mit allerdings umgekehrten Vorzeichen, wären bei den deutschen Arbeitnehmern zu diskutieren, deren Ambition, einen möglichst schlechten Gehörstatus zu offerieren, sich aus der irrigen Hoffnung auf eventuelle Berentung erklärt.

In jedem Fall wird die Validität des Expositionstests nicht zuletzt auch durch die mit 27,71 Prozent bedeutende Gruppe, die keinerlei TTS erkennen ließ oder sogar nach Lärmexposition bessere Hörschwellenwerte angab als vor Lärmarbeitsschicht, in Frage gestellt.

2. Bemerkungen zur statistischen Signifikanz

Angesichts der überraschend geringen Ausbeute an signifikanten TTS-Werten wurde die Frage diskutiert, ob bei Zusammenlegung des Gesamtkollektivs andere Ergebnisse als die in den einzelnen Gruppen zu erwarten gewesen wären. Nach dem Ergebnis beim größten Kollektiv von 80 Gußputzern, die zugleich mit der stärksten Lärmintensität

ausgesetzt waren, ist das nicht zu erwarten. Die für die einzelnen, z.T. zugegebenermaßen kleinen Gruppen festgestellten Signifikanzen müssen daher auch auf das Gesamtkollektiv übertragen und entsprechende Schlüsse daraus gezogen werden. Zudem wäre bei einer kollektiven Analyse der TTS dem im Hinblick auf Schalldruck und Frequenzspektrum doch sehr differenten Arbeitsplatzlärm der einzelnen Berufsgruppen in einer Weise Rechnung getragen, die wissenschaftlich nicht verantwortbar ist.

3. Die erste Fragestellung befaßt sich mit der zeitweiligen Hörschwellenabweichung verschiedener Berufsgruppen der Eisenverarbeitenden Industrie nach einer Arbeitslärmexposition von 8 Stunden. Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, daß keiner der untersuchten Arbeiter Gehörschutzmaßnahmen in irgendeiner Form getroffen hatte. Frühere Versuche mit Gehörschutzwatte oder plastischen Gehörschutzmitteln wie Oropax waren bald wieder aufgegeben worden, da sie zu Kopfschmerzen und Dröhnen des Kopfes geführt hatten. Darüberhinaus war die bei vielen gefährlichen Arbeiten erforderliche Warnkommunikation angeblich zu stark eingeschränkt gewesen.

Von den 12 untersuchten Berufsgruppen finden sich nur bei den Gußputzern, den Ausleerern und den Arbeitern an Slinger und Drehkreuz signifikante Aussagen bezüglich der TTS-Mittelwerte. Diese sind jedoch bei annähernd gleichen Gesamtlärmpegeln (siehe Seite 44), bezogen auf die betroffenen Frequenzen, recht unterschiedlich, unabhängig davon, daß keiner der TTS-Werte sich seitengleich reproduziert.

Bei der Gruppe der Gußputzer verblüfft der Befund, daß die signifikante Hörschwellenabweichung auf dem rechten Ohr ausschließlich bei 3 KHz und auf dem linken Ohr nur bei 1 KHz auftritt. Angesichts der Beobachtungen von Lehnhardt (19) und Kylin (17) sollte man bei dem gegebenen

Lärmtrauma von 88 dB im Tieftonbereich und 86 dB im Mitteltonbereich sowohl unterhalb 1600 Hz als auch oberhalb signifikante Schwellenverschiebungen erwarten können, und zwar seitensymmetrisch, da die Gußputzer die Lärmquelle, die Pressluft- oder Elektrohandschleifmaschine, Pressluftmeißelhammer, Trennschleifmaschine oder Schleifbock meist beidhändig handhaben, somit also frontal und seitengleich lärmbelastet sind.

Ähnlich liegt der Fall bei der Berufsgruppe der Ausleerer. Auch hier kann man vom arbeitstechnischen Ablauf ein seitensymmetrisches Lärmtrauma voraussetzen, dessen Schalldrücke zwischen 31,5 und 250 Hz um 90 ± 2 dB liegen und zum Hochtonbereich dann kontinuierlich auf 81 dB bei 8 KHz abfallen. Eine signifikante TTS findet sich allerdings nur in der Frequenz 1 KHz, li. Ohr.

Die 20 Arbeiter an Slinger und Drehkreuz haben bei fast identischen Lärmkonditionen, 89 - 92 dB zwischen 31,5 - 500 Hz, kontinuierlicher Schalldruckabfall auf allerdings 65 dB bei 8 KHz, ebenfalls eine signifikante Hörschwellenabweichung, jedoch auf dem re. Ohr.

Die vorgenannten Ergebnisse lassen zumindest die Vermutung zu, daß bei den gegebenen, nur unwesentlich in Frequenzspektrum und Schalldruck von einander abweichenden Lärmtraumen signifikante Hörschwellenabweichungen im Frequenzbereich von 1 - 3 KHz auftreten. Wegen der statistisch nicht abgesicherten Seitenkongruenz sollte man jedoch davon absehen, Größen hinsichtlich der TTS und ihres kausalen Lärmpektrums sowie Schalldrucks abgrenzen zu wollen.

Wie in der Schlußbetrachtung über Fehlerquellen in der Untersuchungsmethodik noch ausführlicher dargestellt, muß man wohl davon ausgehen, daß zwischen Ende des Lärmtraumas und Durchführung der zweiten Audiometrie eine partielle Regression der TTS stattgefunden hat, die möglicherweise seitenindividuell und frequenzspezifisch unterschiedlich abläuft.

Bei der zweiten Fragestellung ging es um die Korrelation von TTS und Arbeitslärm unter besonderer Berücksichtigung des Lebensalters.

Aus der gesamten Population (N=300) ließen sich nur 3 Altersgruppen von 60 möglichen mit je nur einem signifikanten TTS-Mittelwert auf nur einem Ohr errechnen. Es handelt sich hierbei um die 21 bis 30 und 31 bis 40jährigen Gußputzer, bei denen erstere einen signifikanten TTS-MW bei 3 KHz rechtes Ohr, letztere dagegen bei 3 KHz linkes Ohr aufweisen. Beide waren einem Gesamtlärmpegel von 96 dB A, 95 dB B und 98 dB lin. ausgesetzt. Die zugehörige Oktavbandanalyse zeigt ein Breitbandspektrum, dessen schwach angedeutete Maxima mit 88 dB im Tieftonbereich bei 31,5 Hz und mit 86 dB im Mitteltonbereich bei 1 und 2 KHz liegen.

Wollte man hieraus eine Aussage ableiten, so würde diese bezüglich der TTS bei 3 KHz durch Lehnhardt (19) zwar bestätigt, der die "kritische Intensität" oberhalb 1600 Hz mit 75 dB angibt. Auf der anderen Seite konnte er aber auch feststellen, daß im Frequenzbereich 350 bis 1600 Hz Schalldrücke von 85 dB und mehr eine signifikante Schwellenverschiebung erzielen. Diese Aussage steht jedoch zu den vorliegenden Ergebnissen im Widerspruch, denn trotz Schalldruckbelastungen von 88 bzw. 86 dB finden sich keine weiteren signifikanten TTS-Mittelwerte, weder oberhalb noch unterhalb 1600 Hz. Das Gleiche gilt für die dritte Altersgruppe, die sich aus Arbeitern an Slinger und Drehkreuz rekrutiert. Alter: 41 bis 50 Jahre, signifikanter TTS-MW bei 2 KHz links, Lärmbelastung mit Schalldrücken zwischen 89 und 92 dB bei 31,5 bis 500 Hz, Bestätigung Lehnhards (19), nicht jedoch Kyllins (17), der eine signifikante Schwellenverschiebung beobachtet hat, wenn im Oktavband 75 bis 150 Hz ein um 20 dB größerer Gesamtschalldruck als in den Bandbreiten 2400 bis 4800 Hz und 4800 bis 10 000 Hz vorliegt.

Nach Lehnhardt (20) ist der Hörverlust nach chronischem Lärmeinfluß auf beiden Ohren symmetrisch ausgeprägt. Abweichungen hiervon können sich nach Dieroff (5) mit einer unterschiedlichen Empfindlichkeit beider Ohren oder mit dem Standort zur Lärmquelle erklären. Letzteres dürfte durch die Vielzahl der Probanden kompensiert werden.

Geht man von der anerkannten physiologischen Erklärung der irreversiblen Innenohrschädigung durch TTS-Rückstände aus, darf man annehmen, daß auch die TTS einer seitensymmetrischen Gesetzmäßigkeit unterworfen ist. Erstaunlicherweise finden sich aber sowohl bei den Ergebnissen der ersten als auch der zweiten Fragestellung ausschließlich einseitige TTS-Mittelwerte mit Signifikanz, ohne daß hierbei eine Seitendominanz festzustellen wäre.

Wie aus der Beschreibung der Ergebnisse der dritten Fragestellung, Korrelation von TTS und Arbeitslärm unterschiedlicher Altersgruppen entsprechender Lärmexposition, hervorgeht, ist keine der aus Tabelle 6 ersichtlichen 4 Aussagen relevant, da von den 8 im Vergleich stehenden Altersgruppen nur eine über einen signifikanten TTS-Mittelwert verfügt. Die dritte Fragestellung kann somit nicht beantwortet werden. Die Beantwortung der vierten Fragestellung nach der Korrelation von TTS und Arbeitslärm entsprechender Altersgruppen unterschiedlicher Lärmexposition ist angesichts der Ergebnisse der zweiten Fragestellung nicht durchführbar, weil keine identischen Altersgruppen mit signifikanten TTS-Mittelwerten zur Verfügung stehen.

4. Angesichts der minimalen Ausbeute signifikanter, aber seitendivergenter TTS-Mittelwerte bei quantitativ sicherlich nicht unterrepräsentierter Population erscheint es

mehr als sinnvoll, die Frage aufzuwerfen, ob das Zustandekommen dieser Aussagen nicht eher zufällig oder aber durch einzelne pathologische Untersuchungswerte gegeben ist. Wahrscheinlicher jedoch ist die Vermutung, daß die Methodik der Untersuchung nicht suffizient genug war. Hierfür gibt es hinreichend Argumente. Beginnen wir mit der technischen Durchführung der Audiometrie. Die verwendeten Atlas-Audiometer dosieren den Schalldruck in Minimalstufen von 5 dB. Die Übertragung auf die Tonaudiogramme erfolgt jedoch vermittels des Schiebers nicht immer in 5 dB Stufen, sondern, bedingt durch die Trägheit der mechanischen Übertragung, in kleineren oder größeren dB-Werten. Hierdurch ergeben sich um 2 bis 3 dB verfälschte Hörschwellenausgangswerte, die sich, wie man vermuten könnte, bei der TTS-Messung nicht unbedingt identisch reproduzieren müssen, um echte Hörschwellenabweichungen zu ergeben. Vergleicht man dazu die relativ niedrigen TTS-Mittelwerte der statistischen Auswertung (siehe Abb. 3a, b bis 14 a,b) wird offenbar, daß sie sich vornehmlich in Größenordnungen bewegen, die im Fehlbereich von ein und zwei 5 dB Stufen liegen.

Ein weiterer Fehler könnte sich durch den Umstand ergeben haben, daß auf dem Wege vom Arbeitsplatz zum Untersuchungsraum eventuell schon eine partielle TTS-Rückbildung eingetreten ist, zumal die Untersuchungsräume wegen des möglichst niedrigen Störlärmpegels in der Regel in einiger Entfernung vom Arbeitsplatz lagen. Hinzu kommen kurze Wartezeiten der Probanden, die häufig nicht einzeln unmittelbar vom Arbeitsplatz abgerufen werden konnten, sondern im Hinblick auf ihre Fließbandtätigkeit erst nach Schichtende in geschlossener Formation anrückten.

Auch die schon angesprochene vegetative Reaktionslage mit ihren circadianen Hörschwellenschwankungen kann an dieser Stelle noch einmal diskutiert werden. In der Regel wurde

die posttraumatische Audiometrie gegen 13.30 h oder 14.00 h vorgenommen, zu einem Zeitpunkt also, bei dem das günstigste tageszeitliche Hörschwellenniveau gerade eben überschritten und erst um 1 bis 2 dB von im Einzelfall bis maximal 25 dB (siehe Seite 50) abgefallen ist.

Der ebenfalls schon zitierte psychische wie vegetative Aktivierungsreiz (siehe Seite 51) durch Ausbleiben der monotonen Arbeitslärmkulisse darf auch hier nicht vergessen werden.

Bei der Beurteilung der dargestellten Hörschwellenkurven muß ferner bedacht sein, daß keine störschallgeschützten Untersuchungsräume zur Verfügung standen. Die Störpegel lagen durchschnittlich bei 43 dB A und 61 dB lin. Dieroff (4) hat bereits darauf hingewiesen, daß Prüftöne in tiefen Frequenzen durch Raumgeräusche verdeckt werden können. Ein Tiefton-Hörverlust läßt sich nur unter raumakustisch einwandfreien Prüfbedingungen verifizieren. Nach Dieroff (5), Pell (27) und Cox (2) können bei audiometrischen Reihenuntersuchungen in nicht schallgedämpften Räumen Hörverluste bis zu 20 dB als normal angesehen werden.

Ungeachtet des Störlärmpegels im Untersuchungsraum erweisen sich "objektive" Methoden wie die der Audiometrie in gewissen Grenzen als psychisch abhängig und werden durch Motivation oder Einstellung des Probanden in ihrer Größenordnung modifiziert (Hörmann, Mainka et Gummlich, 13). Unterschiedliche Intelligenz und Interesse des Probanden am technischen Ablauf der Audiometrie können ebenfalls für eine gewisse Fehlerbreite verantwortlich gemacht werden.

Aus den vorgenannten Untersuchungsergebnissen lassen sich mithin unter Berücksichtigung einer Vielzahl von wahrscheinlichen Fehlerquellen keine eindeutigen Rückschlüsse auf die zeitweilige Hörschwellenabweichung nach Arbeitslärmexposition ziehen.

Wenn dies bereits für statistisch ausgewertete Populationen von 415 Personen gilt, so erscheint es noch erheblich fragwürdiger, ob die TTS als Kriterium für die Gehörschädlichkeit von Arbeitslärm oder individueller Lärmempfindlichkeit im konkreten Einzelfall herangezogen werden kann. Nach unseren Ergebnissen muß vor diesbezüglichen Folgerungen gewarnt werden. Es bleibt somit die laufende Kontrolle der PTS, wie sie auch in VDI 2058, Blatt 2, vorgesehen ist, als einzige Möglichkeit, besonders lärmempfindliche Personen rechtzeitig auszusondern. Die Unfallverhütungsvorschrift "Lärm" trägt in ihren Ausführungsbestimmungen dem Rechnung.

VII. Zusammenfassung

Von den dieser Arbeit zu Grunde liegenden Untersuchungen wurde eine Antwort auf die Frage nach dem Hörschwellenverhalten durch Arbeitslärmwirkung von 8 Stunden erwartet. Da der Arbeitslärm im Bereich der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie mit Abstand an der Spitze steht, wurden insgesamt 415 männliche Arbeitnehmer aus 7 hessischen Eisengießereibetrieben einer audiologischen Untersuchung unterzogen, deren Befunde mit den spezifischen Arbeitslärmbedingungen anhand einer Oktavbandanalyse korreliert werden sollten. Das Alter der Probanden streute zwischen 15 und 65 Jahren. Es interessierten speziell folgende Fragestellungen.

1. Korrelation von TTS und Arbeitslärm bei Berufsgruppen der Eisenverarbeitenden Industrie.
2. Korrelation von TTS und Arbeitslärm unter besonderer Berücksichtigung des Lebensalters.
3. Korrelation von TTS und Arbeitslärm unterschiedlicher Altersgruppen entsprechender Lärmexposition.
4. Korrelation von TTS und Arbeitslärm entsprechender Altersgruppen unterschiedlicher Lärmexposition.
5. Validität des TTS für Eignungsuntersuchungen von Lärmarbeitern.

Die statistische Auswertung der Datenerhebung erbrachte folgende Ergebnisse in Bezug auf o.g. Fragestellungen.

Von 415 untersuchten Probanden hörten gut ein Viertel (27,71%) nach dem Arbeitslärmtrauma gleich gut oder besser als vor Beginn der Arbeit, und zwar in allen geprüften Frequenzen. Die Altersverteilung dieser Reaktionstypen entspricht annähernd der der übrigen Probanden mit negativer Hörschwellenabweichung. Eine Erklärung für dieses Phänomen scheint in der individuell unterschiedlichen sensitiven und vegetativen Reaktionslage des Menschen zu liegen sowie von physiologischen Schwellenwertschwankungen allgemein abhängig zu sein.

Bei der untersuchten Population mit TTS liegen zwar berufs- und damit arbeitslärmspezifische Hörschwellenabweichungen vor, doch lassen sich angesichts der geringen Anzahl signifikanter TTS-Mittelwerte, die sich zudem weder frequenzsspezifisch noch größenordnungsmäßig entsprechen, keine allgemeingültigen Aussagen hinsichtlich des spezifischen Lärmtraumas treffen.

Ebenso verhält es sich mit den Ergebnissen der übrigen 3 Fragestellungen, die mangels quantitativ und qualitativ relevanter Parameter, Altersgruppen mit signifikanten TTS-Mittelwerten in Abhängigkeit berufsspezifischer Lärmbelastung eine Korrelation entweder unzweckmäßig erscheinen lassen oder nur zu spekulativen Vermutungen Anlaß geben.

Da die Lärmintensitätswerte für alle Berufsgruppen innerhalb und oberhalb des Intensitätsbereiches von 80 bis 90 dB liegen, der nach übereinstimmender Ansicht vieler Autoren Wagemann (37), v. Dishoeck (6), Rosenblith (30), Neuberger (23) u.a., einen irreversiblen Hörschaden hervorruft, kann

man gemäß der anerkannten physiologischen Erklärung irreversibler Innenohrschädigung durch TTS-Rückstände von folgender Annahme ausgehen:

Bei der relativ hohen Lärmbelastung, der unsere Probanden ausgesetzt waren, dürfte es zu analogen zeitweiligen Hörschwellenabweichungen gekommen sein, deren maximales Ausmaß zum Zeitpunkt der zweiten Audiometrie nicht mehr zu verifizieren war. Im Rahmen der möglichen und wahrscheinlichen Fehlerquellen der Untersuchungsmethodik sind zu nennen:

Erstens die Störpegel im Untersuchungsraum, 43 dB A und 61 dB linear, die die Prüftöne in den tiefen Frequenzen verdecken können.

Zweitens partielle Regression der TTS zum Zeitpunkt der zweiten Audiometrie, bedingt durch mehr oder weniger lange Lärmpausen nach Aussetzen des Arbeitslärmes durch Wegezeit vom Arbeitsplatz zum Untersuchungsraum sowie Einzelabfertigung bei Massenandrang nach Schichtende von Fließbandarbeitern, ein Problem, das sich betriebsorganisatorisch leider nicht anders lösen ließ.

Drittens Übertragungstechnische Fehlerbreite bei der Erstellung der Tonaudiogramme, bedingt durch die Trägheit der mechanischen Übersetzung der 5-dB-Schalldruckstufen auf den Dosimeter des Atlasaudiometers vom Typ EM 42.

Zu diesen rein technischen Fehlerquellen gesellen sich noch menschliche individuelle Faktoren, wie die der circadianen Hörschwellenfluktuation, psychischer und vegetativer Aktivierungsreize durch Ausbleiben der monotonen Arbeitslärmkulisse, individuell unterschiedliches Interesse und Motivation des Probanden zum Untersuchungszweck sowie Intellekt und Reaktionsgeschwindigkeit beim Signalgeben.

Da der Ausschluß oben genannter Fehlerfaktoren im Routinebetrieb noch weniger möglich sein dürfte als bei unseren

Untersuchungen, muß die TTS nach Arbeitsschicht als Kriterium für die irreversible Lärmschwerhörigkeit im Einzelfall nachdrücklich angezweifelt werden.

Abschließend sei festgestellt, daß eine Felduntersuchung wie die durchgeführte nur dann zweckdienliche Ergebnisse aufweisen kann, wenn zumindest die oben genannten technischen Probleme gelöst werden können.

VIII. Literaturverzeichnis

1. Botsford, J.H. Prevalence of impaired hearing
and sound levels at work.
J. Acoust. Soc. Amer. 45
(1969), 79
2. Cox, J.R. zit. nach Lehnhardt, E.: Die
Berufsschäden des Ohres.
Arch. f. Ohren 185 (1965) 103
3. Dickson, E.D. Injuries to the ears in
industry.
Medical Press 6009 (1954), 10
4. Dieroff, H.G. Die Lärmschwerhörigkeit in der
Industrie
Leipzig, Johann Ambrosius Barth
1963
5. Dieroff, H.G. Hörschäden durch Industrielärm.
Z. f. Arbeitsmedizin, Sozial-
medizin, Arbeitshygiene 7 (1967)
256
6. Van Dishoeck, H.A.E. Lärmtaubheit, zit. nach Zbl.
HNO-Heilkunde 51 (1955), 130
7. Feiser, W.
 Hauf, R., Heuft, U. Lärmmessungen und audiometri-
sche Untersuchungen in der
holzverarbeitenden Industrie
Arbeitsmedizin, Sozialmedizin,
Arbeitshygiene 3 (1968) 38

8. Fletcher, J.L.
& Loeb, M.
Changes in the hearing of
personal exposed to high
intensity continous noise.
Military Med.128 (1963) 1137
zit. nach Zbl. HNO-Heilkunde
81 (1964), 90
9. Goldner, A.I.
Deafness in ship-yard workers.
Critical evaluation of findings
in 600 cases and diagnosis of
occupational deafness.
Arch. of Otolaryng. 57 (1953)
287
10. Grandjean, E.
Physiolog. and psycholog. Wir-
kungen des Lärmes.
Mensch und Umwelt (Documenta
Geigy) 4 (1960), 13 - 42
11. Grandjean, E.
Physiologische Arbeitsgestal-
tung.
Ott-Verlag, Thun und München
2. Auflage (1967)
zit. nach Zbl. Bakt. Hyg.,
I. Abt. Orig. B 155, (1971)
300 - 314
12. Hauswirth, O.
& Kracmar, F.
Neues physikalisches Meßver-
fahren zur Bestimmung der Veget.
Reaktometrie.
München, Med. Wschr. 97 (1955)
1539
Wien, Vegetat. Reaktometrie,
Acta neuroveget. 16 (1957)
400 - 410

13. Hörmann, H.
Meinka, G. &
Gummlibh, H.
Psychische und physische Reaktionen auf Geräusche verschiedener subjektiver Wertigkeit.
Psychol. Forsch. 33 (1970)
289 - 309

14. Jansen, G.
Nachweis von Lärmwirkungen.
zit. aus Zbl. Bakt. Hyg. I.
Abt. Orig. B 155 (1971)
315 - 325

15. Keatinge, G.F.
& Laner, S.
Some notes on the effect of excessive noise on the hearing of a group of workers
Brit. J. industr. Med. 15
(1958) 273

16. Klosterkötter, W.
& Gono, F.
Quellen und gesundheitliche Wirkung des Lärmes.
zit. aus Zbl. Bakt. Hyg. I.
Abt. Orig. B 155 (1971)
300 - 314

17. Kylin, B.
Temporary threshold shift and auditory trauma following exposure to steady state noise
Acta oto-laryng. (Stockh.)
Suppl. 152 (1960)

18. Lehmann, G.
Der Kampf gegen den Lärm
Dtsch. Med. Wschr. 82 (1957)
465

19. Lehnhardt, E.
Zur Beurteilung gehörschädigender Industriegeräusche.
HNO 10 (1962) 205

20. Lehnhardt, E. Die Berufsschäden des Ohres
Arch. Ohr. Nas. Kehlk.hk
185 (1965) 71
21. Lehnhardt, E. Die C-5 Senke; ihre Deutung
auf Grund allgemeingültiger
physiologischer Vorstellungen.
HNO 183 (1966) 1
22. Lüpke von, A. Lärmschäden und Lärmschutz
J. of audiological technique
6 (1967) 136
23. Mehmke, S. Die Lärmschwerhörigkeit und
Lärmtaubheit
Med. Welt 27 (1967) 1595
24. Neuberger, F. Tageszeitliche Schwellenwert-
& Schmid, R. schwankungen frequenzspezi-
fisch?
zit. aus Arch. Ohren-Nasen-
Kehlkopf-Heilk. 179 (1962)
237 - 258
25. Neuberger, F. Lärmschwerhörigkeit
Hdb. d. ges. Arbeitsmedizin
Bd. II (1961) 596
26. Neubert, H. Lärmschwerhörigkeit und Lärm-
taubheit in der gewerblichen
Wirtschaft.
Arbeitsmed. Sozialmed. Arbeits-
hygiene I Abt. Orig. B 155
(1971) 315 - 325

27. Pell, S. The relation of occupational noise exposure to loss of hearing acuity.
A.M.A. Arch. Otolaryng.
66 (1957) 79
28. Flester, D. Der Einfluß vegetat. wirksamer Pharmaka auf die Adaptation bzw. Hörminderung.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlkopf-Heilkunde 162 (1953) 473 - 478
29. Prvanov, I. Zit. nach Zbl. HNO-Heilkunde
92 (1966/67) 447
30. Rosenblith, W.A. Establishment of criteria based on the concept of noise exposure.
Laryngoscope 68 (1958) 497
31. Ruedi, L. Die Schallschädigung des Ohres.
Doc. Geigy, Mensch und Umwelt
Nr. 2 (1957)
33. Schröder, K. Untersuchungen zur Konstanz und Streubreite überschwelliger audiometrischer Ergebnisse.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.-Heilk.
170 (1957) 199 - 246
32. Rüedi, L. Das akustische Trauma-
& Furrer, W. Basel, S. Karger (1947)

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 34. Siirala, U. | Proposed legislation for noise control in Finnland.
Acta otolaryng., Stockh. Suppl. 95 (1951) |
| 35. Tanner, K. | Über die Hörermüdung und akustisches Trauma und die Beeinflussung durch vegetativ wirksame Pharmaka.
Acta.oto-laryng. Stockh. 46, (1955) 65 - 81 |
| 36. Vosteen, K.H. | Die Erschöpfung der Phonorezeptoren nach funktioneller Belastung.
Arch. HNO 172 (1958) 489 |
| 37. Wagemann, W. | Die Wirkung des Lärmes auf das Hörorgan.
Hippokrates 37 (1966) 138 |
| 38. Warykowicz, T.
& Szozotka, H. | zit. nach HNO-Heilk. 92 (1966/67) 292 |
| 39. Wolf, G. | Über Lärmbewertung am Arbeitsplatz im Hinblick auf Gehörschäden.
Zbl. f. Arbeitsmed. u. Arbeitsschutz 17 (1967) 349 |
| 40. Wullstein, H. | Ansätze zur medikamentösen Behandlung der Schwerhörigkeit.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.-Heilkunde 159 (1951) 255 - 258 |

41. Glorig, A.
Ward, W.D.
Nixon, I.
Damage risk criteria and
noise-induced hearing loss.
Arch. Otolaryng. 74 (1961)
413
42. Niemeyer, W.
Zur sog. Alterskorrektur
chron. Lärnhörverluste.
Arch. Ohr.-, Nas.- und Kehl-
kopf-Heilkunde 202 (1972)
501
43. Irion, H.
Legler, V.
Audiologische Untersuchungen
an Lärmarbeitern zur Progre-
dienz der Lärmschwerhörigkeit.
Forschungsbericht Nr. 134 d.
Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Unfallforschung, Dortmund
1975

Herrn Prof. Dr. W. Niemeyer möchte ich für die Überlassung des Themas sowie für die freundliche Unterstützung bei der Planung und Durchführung dieser Arbeit meinen herzlichen Dank sagen.

Ebenfalls Dank gebührt den Damen und Herren der Werksleitung der Buderus Werke AG in Wetzlar, Limburg, Lollar, Breidenbach, Ludwigshütte und Friedrichshütte sowie der Fa. Winter in Stadt Allendorf für Ihre bereitwillige und tatkräftige Hilfe bei der Organisation und Durchführung der Untersuchungen in ihren Eisengießereibetrieben.

Herrn Zöfel vom Rechenzentrum Marburg danke ich für die Ausführung der statistischen Auswertung.

Herrn Professor Dr. Dr. Hering darf ich für die Übernahme des Correferates danken.

Lebenslauf

Am 04.04.1942 wurde ich als erster Sohn des damaligen Oberleutnants Eduard Grüneisen und seiner Ehefrau Irmgard, geb. Ohnmacht, in Olmütz, heutige C.S.S.R. geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Lübeck wurde ich in das Humanistische Gymnasium in Hamburg eingeschult, an dem ich am 11.02.1964 die Reifeprüfung ablegte. Im Anschluß daran leistete ich meinen Wehrdienst als Wehrpflichtiger für 12 Monate und wurde im Frühjahr 1965 nach Absolvierung der Offizierslehrgänge als Fahnenjunker d.R. entlassen.

Zum Sommersemester 1965 trat ich das Medizinstudium in Marburg an der Lahn an, bestand am 22.03.1966 die naturwissenschaftliche und am 25.03.1968 die ärztliche Vorprüfung. Zum Sommersemester 1970 erhielt ich die Zulassung zur Zweitimmatrikulation für das Studium der Zahnheilkunde. Am 17.01.1972 legte ich das medizinische Staatsexamen in Marburg an d. Lahn ab.

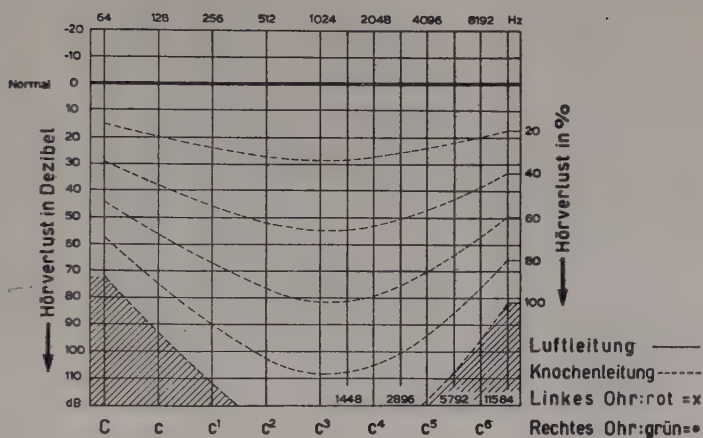
Am 16.06.1972 heiratete ich die Medizinstudentin Elfriede Detampel. Die zahnärztliche Prüfung bestand ich am 17.03.1974 in Marburg an der Lahn. Nach Erlangung der Approba-

tion als Arzt und Zahnarzt befinde ich mich zur Zeit in
der Weiterbildung zum Facharzt für Kieferchirurgie an der
ZMK-Klinik der Philipps-Universität Marburg a.d. Lahn.

Meine akademischen Lehrer waren die Damen und Herren Professoren und Dozenten an der Philipps-Universität Marburg a.d. Lahn:

Beckmann, Berendes, Bernhardt, Bommer, Brück, Buchholz, Daume, Dölle, Engelhardt, Exner, Ganz, Gedigk, Gerdes, Graul, Hamelmann, Hamm, Hardewig, Hennis, Hensel, Hering, Heuser, Hort, Hupe, Jacob, Janke, Kamke, Karlson, Keil, Korb, Koransky, Linneweh, Mahr, Mann, Maroske, Martini, Mattes, Milbradt, Niemeyer, Oepen, Petry, Pfütz, Potz, Reim, Rodeck, Rodenhäuser, Rohen, Schienbein, Schiff, Schleyer, Schmid, Schmidt, Schmitz-Moormann, Schnell, Seidel, Siegert, Spiegelberg, Staib, Straub, Strohmeier, Voß, Walcher, Wendt, Zilliken.

Atlas - Audiogramm



Bitte nur doppelt umrandeten Teil ausfüllen

Name: Vorname:

Geburtsdatum: .. / .. / 19 ..

Alter in J. ☐ 7-8

Geschlecht: Männlich Weiblich

♂ = 1, ♀ = 2 ☐ 9

Nationalität: Deutsch Ausländer

Dt. 1, Ausl. 2 ☐ 10

(Zutreffendes umranden)

Beschäftigungen seit Schulentlassung (auch Militär-
dienst angeben, z.B. Artillerie, Pioniertruppe usw.)

Jahr der Schulentl. 19 ☐ 11-12

vom	bis	Tätigkeit	Firma, Dienststelle usw.	Stärkerer Lärm ? Ja Nein
1.1.60	31.3.67	Maschinenformer	Eisenwerk Müller, Neustadt	X

Lärm:
Ja = 1
Nein = 2

Monate	Lärm
☐ ☐ ☐ 13-15	☐ 16
☐ ☐ ☐ 17-19	☐ 20
☐ ☐ ☐ 21-23	☐ 24
☐ ☐ ☐ 25-27	☐ 28
☐ ☐ ☐ 29-31	☐ 32
☐ ☐ ☐ 33-35	☐ 36
☐ ☐ ☐ 37-39	☐ 40
☐ ☐ ☐ 41-43	☐ 44
☐ ☐ ☐ 45-47	☐ 48
☐ ☐ ☐ 49-51	☐ 52

Monate Lärm

Nur bei mehr als 10 Arbeitsverhältnissen:

jetztigen Betrieb ununterbrochen seit .. / .. / 19 ..)

☐ ☐ ☐ 53-55

Jedem Fall ausfüllen:

Trifft am jetzigen Arbeitsplatz stärkerer
Betriebslärm ein (Zutreffendes umranden) Ja Nein

☐ 56

Name des jetzigen Betriebes

Art des Betriebes (z.B. Eisengießerei)

☐ ☐ 57-58

Genauere Angabe der Tätigkeit im Betrieb
(z.B. Maschinenformer, Sandaufbereiter usw.)

☐ ☐ 59-60

Laufende Nummer des Betriebes

☐ ☐ ☐ 61-63

Biometrische Kontrolluntersuchung nach der
Arbeitschicht (Ja = 6, Nein = 5)

☐ 64

Laufende Nummer des Probanden

☐ ☐ ☐ ☐ 73 74 75 76

☐ 1 77

Name

Vorname

geb.

Familienanamnese

Vorzeitige Schwerhörigkeit in der Blutsverwandschaft ?

(Ja = 1, Nein = 2)

Sonstige Auffälligkeiten in der Blutsverwandschaft ?

(Ja = 1, Nein = 2)

Siehe zusätzliche Angaben unten

Eigenanamnese

Ohrerkrankungen (Ja = 1, Nein = 2)

Schädeltraumen - Unfall u. ä. (Ja = 1, Nein = 2)

Außerbetriebliche akustische Traumen
(z. B. Militärdienst, Unfall, Jäger) (Ja = 1, Nein = 2)

Gehör bei Beginn der Lärmarbeit normal ?

(Ja = 1, Nein = 2)

Zahl der Lärmarbeitsjahre

, nur wenn unter 1 Jahr, hier Monate)

(wenn über 1 Jahr, hier Zahl der Jahre)

Lebensalter bei Beginn der Lärmarbeit

Wird das Gehör jetzt als normal empfunden ?

(Ja = 1, Nein = 2)

Wenn nicht: Nach wieviel Lärmarbeitsjahren hat sich
das Nachlassen des Gehörs bemerkbar gemacht ?

(Keine Angaben - 99)

Ohrgeräusche (Ja = 1, Nein = 2)

(auch v o r der Lärmarbeit)

Zusätzliche Angaben (besondere Bemerkungen,
Ergänzungen) (Ja = 1, Nein = 2)

Zur Familienanamnese

Zur eigenen Anamnese

Gehörgangs- und Trommelfellbefund:

R e c h t s

Gehörgang frei = 1, verlegt = 2

Trommelfell geschlossen = 1

" perforiert = 2

" reizlos = 1

" vernarbt od. = 2
gerötet

L i n k s

Gehörgang frei = 1, verlegt = 2

Trommelfell geschlossen = 1

" perforiert = 2

" reizlos = 1

" vernarbt od. = 2
gerötet

Geräuschpegel während der Hörprüfung in dB(A)

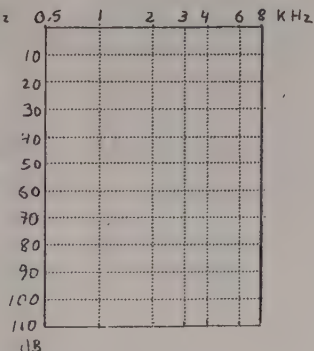
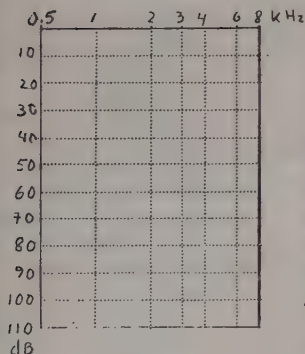
" " " " " dB(lin)

13 14

15 16

Rechts

Links



○ — ○ Luftleitung x — x
 > - - - > Kn.-leitung < - - - <

Re. Ohr

0,5 KHz				17-19
1 KHz				20-22
2 KHz				23-25
3 KHz				26-28
4 KHz				29-31
6 KHz				32-34
8 KHz				35-37

Li. Ohr

0,5 KHz				38-40
1 KHz				41-43
2 KHz				44-46
3 KHz				47-49
4 KHz				50-52
6 KHz				53-55
8 KHz				56-58

Laufende Nummer

73 74 75 76

73	74	75	76
3	3	3	3

Lärmanalyse am Arbeitsplatz

4

4

Name _____ Vorname _____
geb. _____

1. Subjektive Beurteilung durch Untersucher

Überwiegend
kontinuierlicher Dauerlärm (=1), schwankender
Dauerlärm (=2), impulshaltiger Lärm (=3) ?
(Keine nähere Angabe möglich =9)

☐ 7

Hauptsächliche Dauerlärmquellen

1.

☐ 8 9

2.

10-11

3.

12-13

Hauptsächliche Impulslärmquellen

1.

☐ 14-15

2.

☐ 16-17

2. Lärmmessung

Bewertung, Oktavband	min.	max.	Wirkpegel
dB(A)			
			geschätzter Mittelwert
dB(B)			
dB(C)			
mf 3 5			
mf 6 8			
mf 12 16			

dB(A)

min. ☐ ☐ 18-20
max. ☐ ☐ 21-23
wirk. ☐ ☐ 24-26

dB(B)

min. ☐ ☐ 27-29
max. ☐ ☐ 30-32
mit. ☐ ☐ 33-35

dB(C)

min. ☐ ☐ 36-38
max. ☐ ☐ 39-41
mit. ☐ ☐ 42-44

31,5

min. ☐ ☐ 45-47
max. ☐ ☐ 48-50
mit. ☐ ☐ 51-53

63

min. ☐ ☐ 54-56
max. ☐ ☐ 57-59
mit. ☐ ☐ 60-62

125

min. ☐ ☐ 63-65
max. ☐ ☐ 66-68
mit. ☐ ☐ 69-71

73 74 75 76

Laufende Nummer

41 77

(Fortsetzung Rückseite)

Lärmmessung in Oktavbändern mf 250 ... 16 000 Hz

mf	250 Hz	min.
		max.
		mittel
mf	500 Hz	min.
		max.
		mittel
mf	1000 Hz	min.
		max.
		mittel
mf	2000 Hz	min.
		max.
		mittel
mf	4000 Hz	min.
		max.
		mittel
mf	8000 Hz	min.
		max.
		mittel
mf	16000 Hz	mittel

			7-9
			10-12
			13-15
			16-18
			19-21
			22-24
			25-27
			28-30
			31-33
			34-36
			37-39
			40-42
			43-45
			46-48
			49-51
			52-54
			55-57
			58-60
			61-63

3. Lärmpausen

Zahl der Pausen je Schicht

		64
		65-66

Gesamte Pausendauer in min.

Pausenpegel in dB(A)

			67-69
			70-72

" " dB(lin)

Nachname Vorname

.....

Wurde während der Schicht Lärmschutz getragen ?

1. Ja, 2. einfache Watte = 3, Gehörschutzwatte = 4,
Gehörgangsstöpsel = 5, Lärmschutzklappen = 6,
Lärmschutzhelm = 7

Wurden nach der Schicht Ohrgeräusche empfunden ?

Ja, 1, Nein = 2

Hörpegel während der Hörprüfung in dB(A)

" " " " " dB(Lin)

Rechts

Links

Re. Ohr

0,5 kHz

1 kHz

2 kHz

3 kHz

4 kHz

6 kHz

8 kHz

Li. Ohr

0,5 kHz

1 kHz

2 kHz

3 kHz

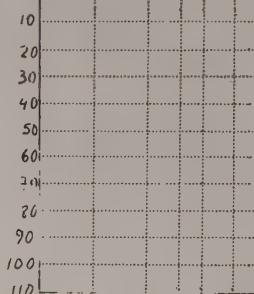
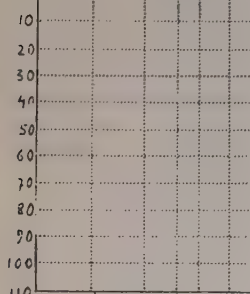
4 kHz

6 kHz

8 kHz

0,5 1 2 3 4 6 8 kHz

0,5 1 2 3 4 6 8 kHz



dB

-----> Luftschall in dB
x-----x
>---> Gehörgangsstöpsel <---<

7

8

13 14
15 16

17-1

20-2

23-3

26-2

29-3

32-2

35-

38-4

41-4

44-

47-

50-

53-

56-

